

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

CONSTRUCCIÓN DE UNA ALARMA UTILIZANDO MICROCONTROLADORES, DISPOSITIVOS INALÁMBRICOS Y AUTOMARCADO TELEFÓNICO PARA LA IGLESIA RENUEVO DE SANGOLGUÍ

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

SANDRA ELIZABETH TOASA CRIOLLO

may2sandrys@yahoo.es

DIANA ELIZABETH ALOMOTO FERNÁNDEZ

elizabeth_al456@hotmail.com

**DIRECTOR: ING. ALCÍVAR COSTALES
alcivarc@yahoo.com**

Quito, Diciembre 2012

DECLARACIÓN

Nosotras TOASA CRIOLLO SANDRA ELIZABETH y ALOMOTO FERNÁNDEZ DIANA ELIZABETH, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

SANDRA TOASA

DIANA ALOMOTO

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por TOASA CRIOLLO SANDRA ELIZABETH y ALOMOTO FERNANDEZ DIANA ELIZABETH, bajo mi supervisión.

Ing. Alcívar Costales

DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios por permitirme culminar esta etapa de mi vida, a todas las personas que hicieron posible la realización de este proyecto, sin su ayuda no lo habría podido lograr. Entre estas personas tan importantes están mis queridos Padres Juan Alberto y Betty Elizabeth, que con su amor y paciencia siempre me animaron para alcanzar esta meta tan anhelada, agradezco su preocupación e interés por mi avance personal y profesional.

Finalmente agradezco a mis hermanos Paola, Efraín y Maritza, a todos mis buenos amigos, familiares y demás personas que aportaron emocionalmente para que pueda culminar este proyecto.

Diana Alomoto

DEDICATORIA

El presente proyecto está dedicado a mis Padres Juan Alberto Alomoto y Betty Elizabeth Fernández, a todas las personas que me supieron apoyar incondicionalmente y que me siguen apoyando durante el transcurso de mi vida. Sin su respaldo mis logros no tendrían sentido.

Diana Alomoto

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer primeramente a Dios por guiarme en el camino y darme la fuerza necesaria para vencer todos aquellos obstáculos que ha diario se presentan en la vida y así cumplir mis anhelados sueños.

Agradezco a mi madre Graciela Criollo, que me dio la vida y me enseñó a luchar para alcanzar mis ideales; al igual que a mi padre Rubén Toasa, por su esfuerzo y lucha constante, quien me ha enseñado con su ejemplo y consejos a ser cada día mejor. Gracias padres por su apoyo incondicional para hacer realidad las metas que me he propuesto cumplir.

A mis queridas hermanas Carolina y Nicol, quienes están conmigo en todo momento y son un gran apoyo.

Gracias a mis tíos Mayra y Ángel por su apoyo y motivación. A mi prima Chelita, gracias de todo corazón por acogerme en su hogar, brindarme su compañía y palabras de aliento.

Gracias a la Escuela Politécnica Nacional y de forma especial a la ESFOT, por haberme acogido en sus aulas y darme las bases para consolidar mi futuro y ser una buena profesional.

Sandra Toasa

DEDICATORIA

Este proyecto es la culminación de una etapa muy importante en mi vida profesional por lo que quiero dedicarlo a mis padres Rubén y Graciela ya que todo se los debo a ellos, por formarme en valores y que con sus oraciones han estado apoyándome a cumplir este gran logro, además por ser mi ejemplo de lucha y humildad a seguir.

A mi querido Alexis, por estar a mi lado fortaleciéndome en cada momento, brindándome su amor y comprensión desinteresadamente.

Sandra Toasa

RESUMEN

En el presente proyecto se construyó una alarma utilizando microcontroladores, dispositivos inalámbricos y automarcado telefónico para la Iglesia Renuevo de Sangolquí para mejorar aspectos relacionados con su seguridad.

El proyecto se basa en implementar una estación base GSM (Módem+microcontrolador), para permitir al usuario mediante el envío de SMS, el acceso al sistema de encendido y apagado de la alarma y con ello el control sobre el accionamiento (on-off) de los dispositivos inalámbricos. También se ha programado en el microcontrolador, una vez que los sensores de movimiento y magnéticos detecten la presencia de un intruso enviará inmediatamente la llamada de alerta al móvil del usuario y se accionará la sirena.

En el capítulo 1. Se presenta información teórica y términos necesarios para una correcta comprensión de la implementación y funcionamiento del sistema de alarma. Trata principalmente de la tecnología GSM, además también se presenta información técnica del microcontrolador utilizado en este proyecto y la información relacionada con los componentes y elementos que intervienen en la construcción del sistema.

En el capítulo 2. Se indica toda la información técnica requerida para la implementación del sistema de alarma, diagramas de flujo, diagramas circuitales, programación y ensamblaje del circuito.

En el capítulo 3. Se muestra la instalación del sistema a la vez que se detallan las pruebas de funcionamiento realizadas comprobando así la validez del sistema que se construyó.

Además mencionamos las conclusiones obtenidas durante todo el proceso de elaboración y recomendaciones a las que se llegó luego de la realización del proyecto.

Finalmente en la sección de anexos, se encuentra el datasheet de algunos elementos utilizados en la construcción.

ANTECEDENTES

En la actualidad el tema “seguridad” se ha convertido en un tópico común en casi la totalidad de los países, es que lamentablemente los índices de inseguridad suben considerablemente año tras año. Debe ser por esto que el sistema de alarma tradicional ya no funciona tan eficientemente como antes. Los continuos robos a los domicilios hacen que se tomen medidas para mantener a salvo a nuestra familia y bienes materiales.

A través de múltiples sistemas electrónicos de vigilancia y detección se puede lograr un hogar más seguro y confortable. Los sistemas de seguridad inalámbricos son los más solicitados ya que pueden ser instalados rápida y fácilmente, y es mucho más sencillo de utilizar para el usuario.

Los nuevos sistemas de alarmas pueden ser la respuesta al problema, pues se caracterizan por proporcionar máximos niveles de seguridad y fiabilidad, a su vez el rendimiento es más que óptimo debido a las excelentes capacidades de procesamiento de datos y diseño electrónico que posee.

Con la implementación de alarmas GSM que facilitan un mayor control en lo que a seguridad se refiere, entre las características de servicio que prestan son: monitoreo 24 horas, durante los 365 días del año, personal capacitado que opera en el área, reporte de apertura y cierre del inmueble monitoreado. Todo esto por un valor mensual, que para los bolsillos de una persona de clase media resulta costoso tener un sistema de alarma.

Viendo esta necesidad de las personas de sentirse seguras, tanto ellas como sus pertenencias, en este proyecto de tesis se modela un sistema de seguridad de control de acceso inalámbrico de alta confiabilidad, ya que el monitoreo lo realiza el usuario.

Adicionalmente, al incluir en la SIM CARD del módem GSM del sistema de alarma los números telefónicos de vecinos o de la policía comunitaria, se obtiene una respuesta de acción mucho más rápida que los guardias privados, ya que muchas veces los guardias acuden a prestar auxilio desde lugares muy lejanos y actualmente los robos se realizan en tiempos muy cortos.

INDICE

CAPÍTULO I	1
MARCO TEÓRICO	1
1.1 INTRODUCCIÓN AL SISTEMA DE ALARMAS	1
1.1.1 ALARMA	1
1.1.2 FUNCIONAMIENTO DE LA ALARMA	1
1.1.3 SISTEMA DE ALARMA	1
1.1.3.1 Sistema de alarma conectado a una central	2
1.1.3.2 Sistema de alarma sin conexión a una central	2
1.1.3.3 Sistema de monitorización personal	3
1.1.3.4 Centrales Cableadas	4
1.1.3.5 Centrales Inalámbricas	4
1.2 TECNOLOGÍA GSM	5
1.2.1 INTRODUCCIÓN A LA TECNOLOGÍA GSM	5
1.2.2 SERVICIOS	5
1.2.3 TARJETA SIM	6
1.2.3.1 Estructura Interna	7
1.2.3.2 Datos	7
1.2.4 INFRAESTRUCTURA DE UNA RED GSM	8
1.2.4.1 EM (Estación Móvil)	9
1.2.4.2 SEB (Subsistema de Estación Base)	10
1.2.4.3 SR (Subsistema de Red)	10
1.2.5 MÓDEM GSM ZTE 3006	12
1.2.5.1 Funciones e Interfaces	13
1.2.5.2 Características Técnicas	13
1.3 COMPONENTES DEL SISTEMA DE ALARMA	14
1.3.1 UNIDAD DE CONTROL (CENTRAL)	14
1.3.2 BATERÍA Y CARGADOR	15
1.3.3 SIRENA	15
1.3.4 SENSORES	15
1.3.4.1 Sensores Magnéticos	15
1.3.4.2 Sensores de Movimiento	16
1.3.5 ELEMENTOS UTILIZADOS EN EL CIRCUITO DE ALARMA	16
1.3.5.1 ULN2003	16
1.3.5.1.1 Especificaciones Técnicas	17

1.3.5.1.2 Diagrama Lógico y Esquemático	17
1.3.5.2 Max 232.....	18
1.3.5.2.1 Conexión del MAX-232 con el Puerto serie	19
1.3.6 MÓDULO RECEPTOR CZS-3	19
1.3.6.1 Definición.....	19
1.3.6.2 Especificaciones Técnicas:.....	20
1.4 COMUNICACIÓN POR RADIOFRECUENCIA	20
1.4.1 DEFINICIÓN DE RADIOFRECUENCIA	20
1.5 MICROCONTROLADORES.....	21
1.5.1 ARQUITECTURA DEL MICROPROCESADOR.....	21
1.5.1.1 CISC	21
1.5.1.2 RISC	21
1.5.1.3 SISC	22
1.5.2 DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL MICROPROCESADOR	22
1.5.2.1 Memoria Flash.....	23
1.5.2.2 Registros de Propósito General	23
1.5.2.3 Unidad Aritmético Lógica (ALU).....	23
1.5.2.4 El Registro de Estado	23
1.5.2.5 Sram	23
1.5.2.6 Eeprom	23
1.5.3 INTERRUPCIONES Y RECURSOS ESPECIALES	24
1.5.3.1 I2C.....	24
1.5.3.2 SPI.....	25
1.5.3.3 Temporizadores o "Timers"	25
1.5.3.4 Perro Guardián o "Watchdog".....	25
1.5.4 MICROCONTROLADORES AVR.....	25
1.5.4.1 Características Generales	26
1.5.4.2 ATMEGA 164P.....	26
1.5.4.2.1 Configuración de Pines	26
1.5.4.2.2 Diagrama de Bloques.....	27
1.6 PROGRAMACIÓN DE MICROCONTROLADORES.....	28
CAPÍTULO II.....	30
DISEÑO Y CONTRUCCIÓN DE LA ALARMA.....	30
2.1 CIRCUITO DE LA ALARMA	30
2.1.1 CIRCUITO DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN	30

2.1.2 CIRCUITO DE ETAPA DE COMUNICACIÓN Y CONTROL	31
2.1.2.1 Conexión Serial	32
2.1.3 CIRCUITO DE ACCIONAMIENTO DE LA SIRENA	32
2.1.4 ENSAMBLAJE DE ELEMENTOS	33
2.2 CIRCUITO DE RADIOFRECUENCIA	34
2.2.1 MÓDULO TRANSMISOR FST-3	35
2.3 CONEXIÓN ENTRE MICROCONTROLADORES	36
2.4 ACOPLAMIENTO DEL CIRCUITO CON EL SISTEMA TELEFÓNICO	38
2.4.1 COMANDOS AT	39
2.4.1.1 Control de llamadas	40
2.4.1.2 Comandos para transmisión de SMS	40
2.4.1.3 Explicación de algunos Comandos AT de forma gráfica	41
2.4.1.3.1 Configuración de Módulo GSM	41
2.4.1.3.2 Configuración para recepción de mensajes de texto	42
2.4.1.3.3 Lectura y borrado de mensajes de texto	43
2.4.1.3.4 Envío de mensajes de texto	45
2.5 PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA DE ALARMA	46
2.5.1 PRINCIPALES SENTENCIAS DE BASCOM	47
2.5.1.1 Directivas del Compilador	47
2.5.1.1.1 <i>\$regfile</i>	47
2.5.1.1.2 <i>\$crystal</i>	47
2.5.1.2 Configuraciones Iniciales	47
2.5.1.2.1 <i>Config</i>	48
2.5.1.2.2 <i>DDRx, PORTx, PINx</i>	48
2.5.1.2.3 <i>Alias</i>	49
2.5.1.3 Tipos de Datos	49
2.5.1.3.1 <i>Dim</i>	49
2.5.1.4 Manipulación de Bits	50
2.5.1.4.1 <i>Reset</i>	50
2.5.1.4.2 <i>Toggle</i>	50
2.5.1.5 Instrucciones de Uso General	51
2.5.1.5.1 <i>Wait</i>	51
2.5.1.5.2 <i>Incr</i>	51
2.5.1.5.3 <i>Decr</i>	51
2.5.2 SÍMBOLOS OPERADORES	51

2.5.2.1 Representación de Lógica Digital	52
2.5.3 DECISIÓN Y ESTRUCTURAS	53
2.5.3.1 Do – Loop.....	53
2.5.3.2 If – Them – Else.....	53
2.5.3.3 For – Next.....	53
2.5.3.4 Gosub	54
2.5.4 DIAGRAMA DE FLUJO.....	54
2.5.4.1 Diagrama de flujo del circuito.....	54
2.5.5 PROGRAMA DEL SISTEMA	57
CAPÍTULO III.....	60
COMPROBACIÓN, PRUEBAS Y RESULTADOS.....	60
3.1 INTRODUCCIÓN.....	60
3.2 INSTALACIÓN DE SENSORES DE PRESENCIA.....	60
3.3 INSTALACIÓN DE SENSORES MAGNÉTICOS.....	61
3.4 INSTALACIÓN DE LA SIRENA	61
3.5 INSTALACIÓN DE LA UNIDAD CENTRAL DEL SITEMA	62
3.6 COMPROBACIÓN Y PRUEBAS	62
3.6.1 LED NARANJA ENCENDIDO	63
3.6.2 LED VERDE ENCENDIDO.....	63
3.6.3 LED AMARILLO ENCENDIDO	64
3.6.4 LED ROJO ENCENDIDO.....	64
3.7 RESULTADOS.....	65
CONCLUSIONES.....	67
RECOMENDACIONES.....	68
BIBLIOGRAFÍA.....	69
ANEXOS.....	70
ANEXO A.....	71
ANEXO B.....	75
ANEXO C.....	79
ANEXO D.....	81
ANEXO E	85
ANEXO F.....	94

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 INTRODUCCIÓN AL SISTEMA DE ALARMAS

A continuación presentamos una breve introducción de sistemas de alarmas, su definición, funcionamiento y tipos.

1.1.1 ALARMA

Las alarmas son aparatos electrónicos o mecánicos, sonoros, visuales o una combinación de ambos, que nos alertan de algún tipo de peligro, o un llamado a ejecutar una acción.

1.1.2 FUNCIONAMIENTO DE LA ALARMA

Los equipos de alarma pueden estar conectados con una Central Receptora, también llamada Central de Monitoreo, con el propietario mismo a través de teléfono o TCP/IP o simplemente cumplir la función disuasoria, activando una sirena.

Para la comunicación con una Central Receptora de Alarmas, se necesita de un medio de comunicación, como pueden serlo: una línea telefónica RTB o una línea GSM, un transmisor por radiofrecuencia llamado Trunking o mediante transmisión TCP-IP que utiliza una conexión de banda ancha ADSL y últimamente servicios de Internet por cable (Cable Modem).

1.1.3 SISTEMA DE ALARMA

Un sistema de alarma es un elemento de seguridad pasiva. Esto significa que no evitan el problema (bien sea una intrusión, incendio, inundación, fuga de gas, etc) pero sí son capaces de advertir de éste. Son capaces además de permitir la rápida actuación sobre el problema y disminuir los daños producidos.

1.1.3.1 Sistema de alarma conectado a una central

Estos sistemas envían una señal de alarma a una empresa privada de seguridad, la cual, avisará a la policía o enviará su propia patrulla de vigilantes privados al domicilio afectado, por lo que la empresa receptora de alarmas debe cumplir algunos requisitos técnicos y legales de acuerdo a cada país donde esté prestando el servicio como de mantener los dispositivos y equipo en buen estado entre otros, etc. La Central Receptora de Alarmas está ubicada en los locales de las empresas de seguridad que se ocupan de “vigilar” los lugares donde se han instalado sistemas de seguridad.

El trabajo que realiza una Central Receptora de Alarmas es recibir vía teléfono la señal de la activación de la alarma y enseguida enviar al personal especializado en seguridad al punto donde se activó dicha alarma.

A continuación mostraremos un diagrama de bloque en la figura 1.1 para un mejor entendimiento de este sistema.

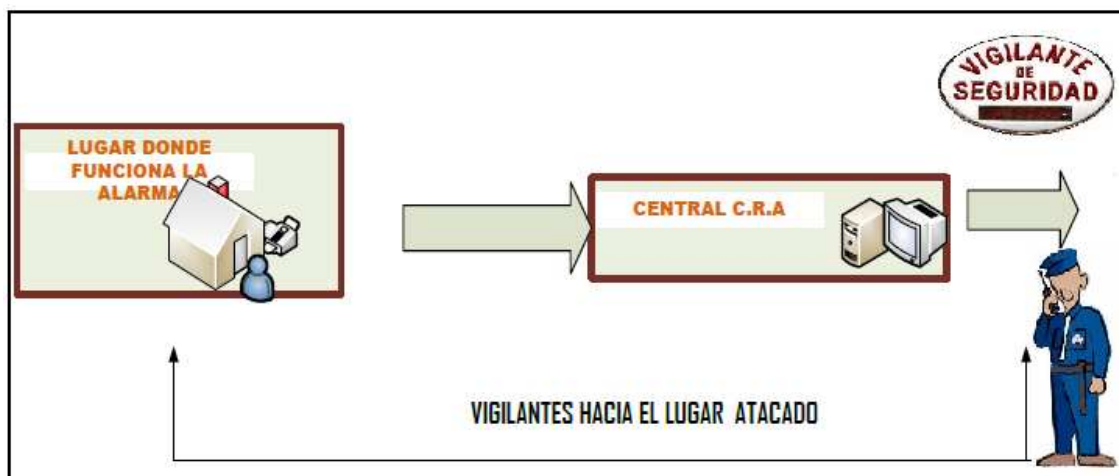


Figura 1.1: Sistema de alarma conectado a una central

1.1.3.2 Sistema de alarma sin conexión a una central

Es un sistema básico, adecuado para viviendas habitadas continuamente que estén ubicadas en un centro urbano o lugar poblado, pues la señal de alarma se emite por una sirena que alertará a los vecinos.

Este tipo de sistema es más simple en su programación y utilización además de ser el más usado en lugares residenciales. Como podemos ver en la figura 1.2, éste funciona sin conexión a una empresa de seguridad, conocida en el medio como alarma comunitaria.

La sirena dará una alarma cuando el intruso trate de ingresar al inmueble

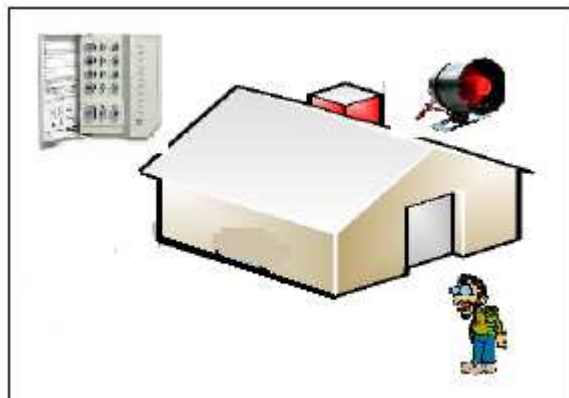


Figura 1.2: Sistema de alarma sin conexión a una central

1.1.3.3 Sistema de monitorización personal

El sistema de monitorización personal consiste en dar la alerta directamente al usuario o propietario del domicilio, en este caso el usuario es quien gestiona que hacer en caso de que se produzca algún evento en dicho domicilio, ya que gracias a la legislación Ecuatoriana, el usuario o propietario de una vivienda está facultado a utilizar el sistema de seguridad preferido y configurarlo acorde a su necesidad, como se muestra en la figura 1.3.

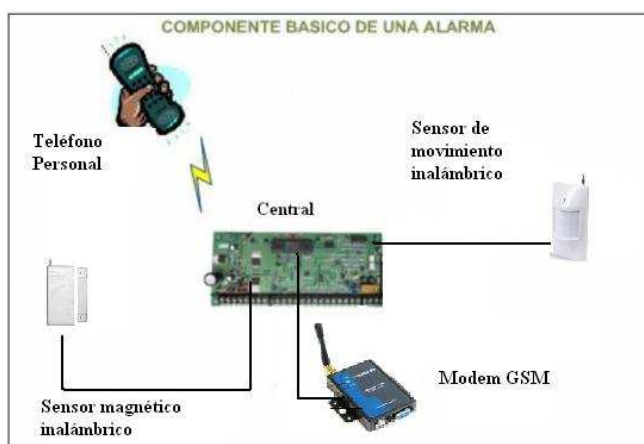


Figura 1.3: Sistema de monitorización personal

1.1.3.4 Centrales Cableadas

En este sistema todos los sensores y actuadores están cableados a la central, la cual es el controlador principal de todo el sistema, tiene normalmente una batería de respaldo para que en caso de falla de energía eléctrica pueda alimentar a todos sus sensores y actuadores y así seguir funcionando normalmente durante unas horas hasta el consumo de la misma, se puede entender mejor observando la figura 1.4 que está a continuación.

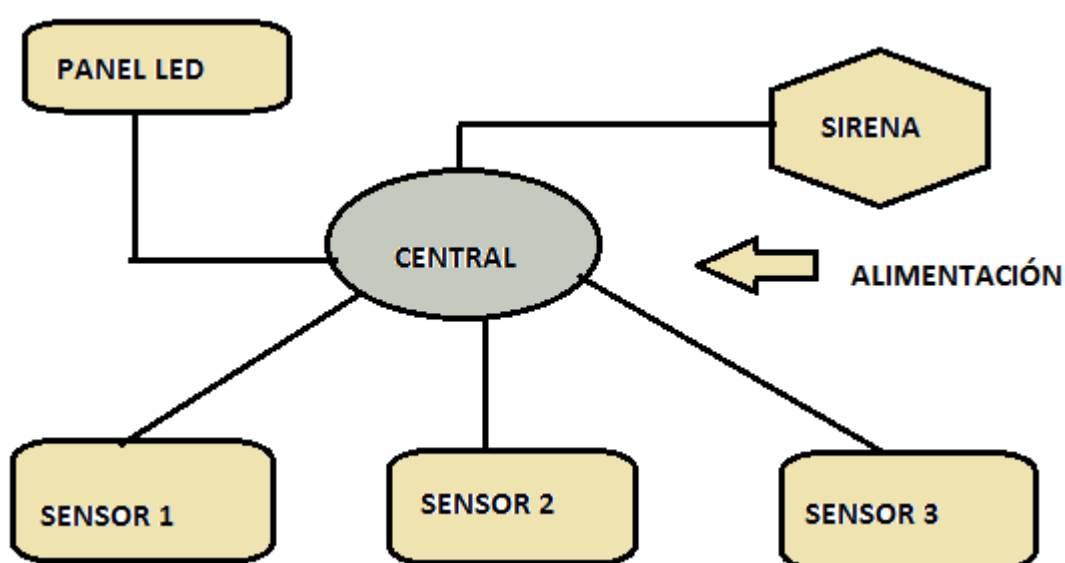


Figura 1.4: Sistema cableado

1.1.3.5 Centrales Inalámbricas

En este caso son alarmas que usan sensores inalámbricos alimentados por baterías o pilas y transmiten vía radiofrecuencia la información de los eventos a la central, la cual está alimentada por una red eléctrica y tiene sus baterías de respaldo, éste sistema no requiere cableado y funciona tal como se observa en la figura 1.5.

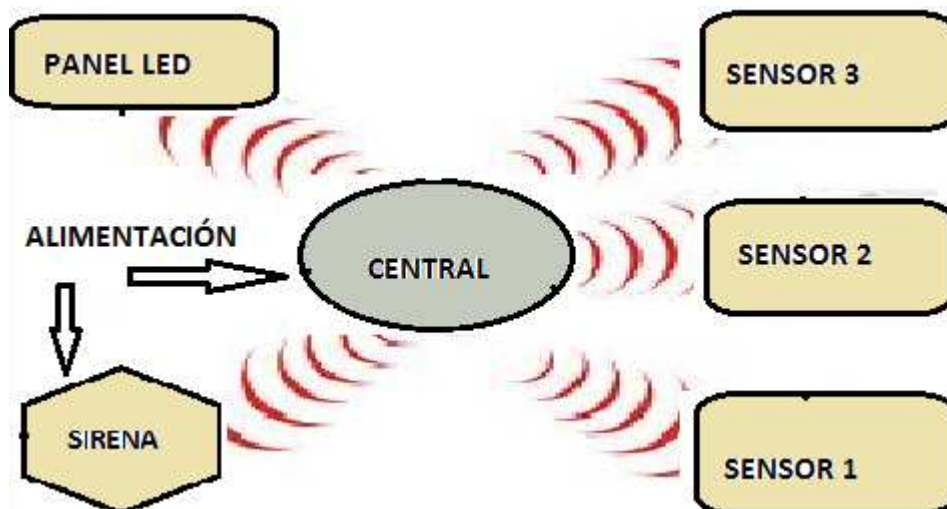


Figura 1.5: Sistema inalámbrico

1.2 TECNOLOGÍA GSM

1.2.1 INTRODUCCIÓN A LA TECNOLOGÍA GSM

La tecnología GSM surge conjuntamente con la necesidad de preparar un estándar para la telefonía móvil digital.

GSM, Global System for Mobile Communications (Sistema Global para las Comunicaciones Móviles) fue creado por la CEPT (Conferencia Europea de Administración de Correos y Telecomunicaciones) y posteriormente desarrollado por ETSI (Escuela Superior Técnica de Ingenieros) como un estándar para los teléfonos móviles europeos, con la intención de desarrollar una normativa que fuera adoptada mundialmente. El estándar es abierto, no propietario y evolutivo (aún en desarrollo).

Es el estándar predominante en Europa, así como el mayoritario en el resto del mundo.

1.2.2 SERVICIOS

El estándar GSM inicialmente estuvo alineado de forma clara con los siguientes objetivos de diseño tecnológico y servicios.

- El sistema se diseñó de tal forma que se puedan utilizar en todos los países.
- Además de tráfico de voz, el sistema permite máxima flexibilidad para otros servicios.
- El sistema está disponible para portátiles y otros tipos de estaciones móviles.
- La calidad de la voz es tan buena o mejor que la conseguida en la primera generación analógica de sistemas móviles en la banda de 900MHz.
- El sistema proporciona encriptación de información del usuario. Las llamadas son encriptadas, lo que impide que sean escuchadas por otros.
- Posibilidad de usar el terminal y la tarjeta SIM en redes GSM de otros países (roaming).
- Servicio de mensajes cortos (SMS) a través del que pueden ser enviadas y recibidos mensajes con hasta 160 caracteres alfanuméricos.
- Renvío de llamadas para otro número.
- Posibilidad de colocar una llamada en espera, mientras se coge otra.
- Posibilidad de impedir la recepción / transmisión de ciertas llamadas.
- Llamadas de emergencia - el 101 puede ser siempre marcado en cualquier red, incluso sin SIM.
- Posibilidad de varios utilizadores hablen entre si al mismo tiempo – servicio de conferencia.
- Transmisión de voz y datos a diferentes velocidades.

1.2.3 TARJETA SIM

La Tarjeta SIM {Subscriber Identify Module (Módulo de Identificación del Suscriptor)}, es una tarjeta que se utiliza en los teléfonos móviles.

Las tarjetas SIM almacenan de forma segura la clave de servicio del suscriptor usada para identificarse ante la red, de forma que sea posible cambiar la línea de un terminal a otro simplemente cambiando la tarjeta.

El uso de la tarjeta SIM es obligatorio en las redes GSM. Las tarjetas SIM están disponibles en dos tamaños. El primero es similar al de una tarjeta de crédito (85,60 × 53,98 × 0,76 mm). El segundo y más popular es la versión pequeña (25 × 15 × 0,76 mm) como puede apreciarse en la figura 1.6.



Figura 1.6: Tarjeta SIM. Tamaño 25x15x0,76mm

1.2.3.1 Estructura Interna

La memoria SIM se divide en memoria RAM (Random Access Memory), ROM (Read Only Memory) y EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory), además de tener CPU (Central Processing Unit) y ALU (Arithmetic Logic Unit) y puertos de entrada y salida. La figura 1.7 muestra la estructura interna de una tarjeta SIM.

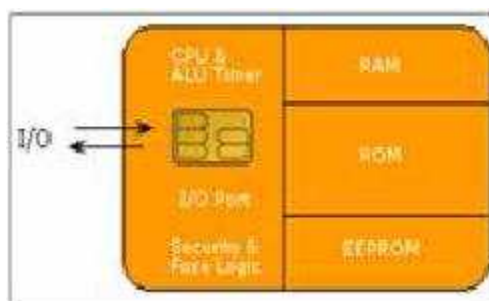


Figura 1.7: Estructura interna de una tarjeta SIM

1.2.3.2 Datos

Las tarjetas SIM almacenan información específica de la red usada para autenticar e identificar a los suscriptores en ella, siendo la más importante el ICC-ID, el IMSI, la clave de autenticación (KI) y la identificación de área local (LAI). La tarjeta SIM también almacena otros datos específicos del operador como el número del SMSC (centro de servicio de mensajes cortos), el nombre del

proveedor de servicio (SPN), los números de servicio de marcado (SDN) y las aplicaciones de servicios de valor añadido (VAS).

Cada SIM se identifica internacionalmente por su ICC-ID (en inglés) (International Circuit Card ID, 'Identificador Internacional de la Tarjeta de Circuitos'). Los ICC-IDs se almacenan en las tarjetas SIM y también se graban o imprimen sobre el cuerpo de plástico de las mismas en un proceso de personalización. Además, cada ICC cuenta con un número de identificación personal de 19 dígitos.

Las tarjetas SIM se identifican en sus redes móviles individuales, mediante un IMSI (International Mobile Subscriber Identify, 'Identidad Internacional del Suscriptor Móvil') único. Los operadores de telefonía móvil conectan las llamadas a teléfonos móviles y se comunican con sus tarjetas SIM comercializadas usando su IMSI.

La clave de autenticación (KI, Authentication key) es un valor de 16 bytes usado para autenticar las tarjetas SIM en la red móvil. Cada tarjeta SIM tiene una KI única asignada por el operador durante el proceso de personalización. La KI también se almacena en una base de datos específica llamada AUC (acrónimo de Authentication Center) que está implementada como parte integral de la HLR (acrónimo de Home Location Register) de la red del operador.

La capacidad de almacenamiento de una tarjeta SIM va desde 2Kb hasta 1Gb siendo las más comunes las de 16 y 32Kb.

1.2.4 INFRAESTRUCTURA DE UNA RED GSM

La red GSM (Global System for Mobile Communications) esta compuesta de subsistemas como se puede ver en la figura 1.8:

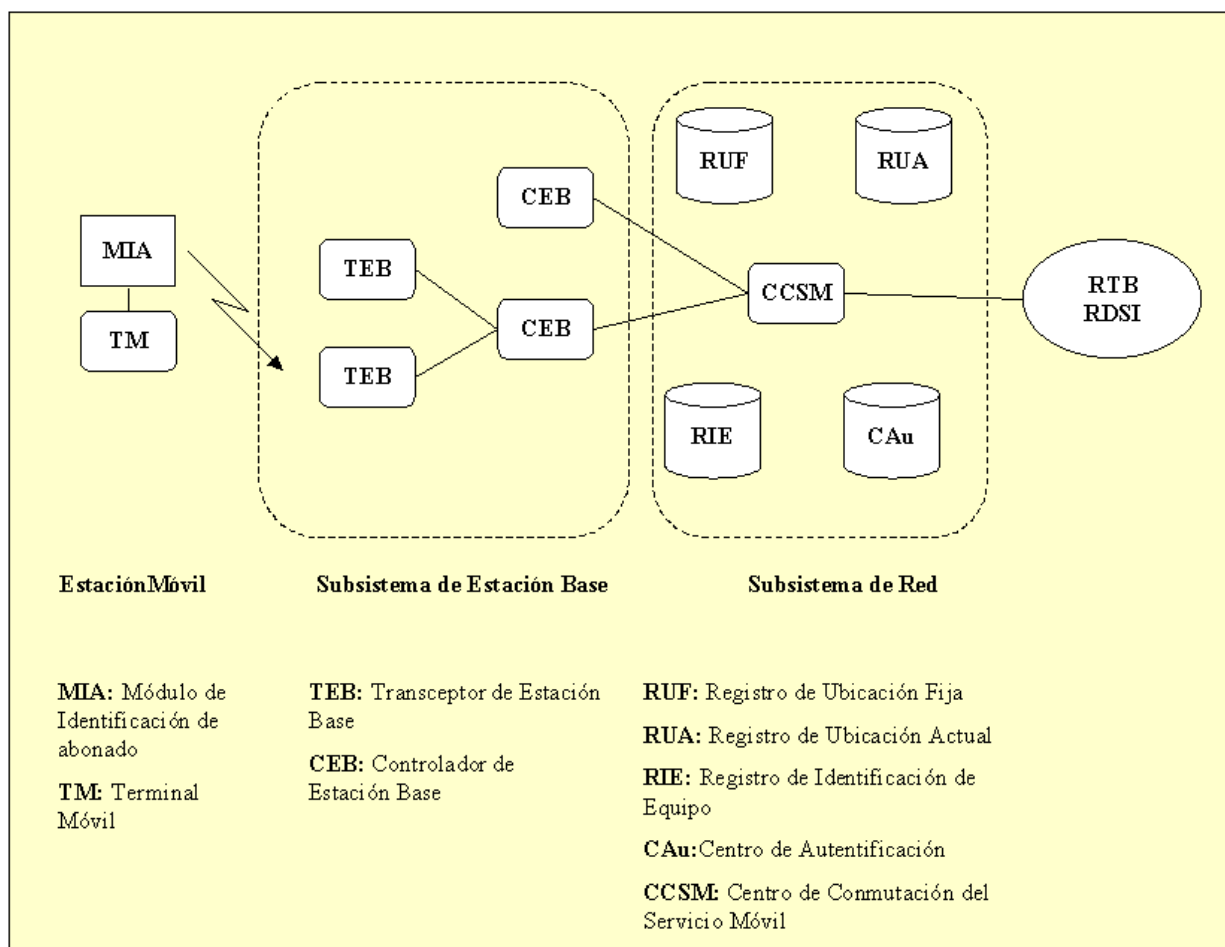


Figura 1.8: Infraestructura de una red GSM

1.2.4.1 EM (Estación Móvil)

Terminal de abonado. Hace referencia al dispositivo (teléfono móvil), pero no a la identidad del suscriptor, que es facilitada por la tarjeta SIM.

TEB (Transceptor de Estación Base): también se suele abreviar como EB. Es un emisor/receptor de radio capaz de enlazar las EMs con la infraestructura fija de la red. Una estación base garantiza la cobertura radioeléctrica en una célula de la red, proporcionando el punto de entrada a la red a las EMs. Las estaciones base pueden ser controladas localmente o bien remotamente a través de su controlador de estación base.

1.2.4.2 SEB (Subsistema de Estación Base)

Conjunto constituido por TEB (Transceptor de estación Base) y CEB (Controlador de Estación Base, ver figura 1.9), controlador encargado de gestionar una o varias estaciones base. Actúa como un concentrador para el tráfico de los abonados y como un enrutador hacia la estación base destinataria en caso de tráfico proveniente de un conmutador.

Por tanto, actúa como un repetidor para datos de control de las EB hacia el centro de control y mantenimiento, y además actúa como un controlador de estaciones base, permitiendo su gestión, mantenimiento e incluso almacenamiento de información de las EB, que puede ser proporcionada al operador por demanda explícita.

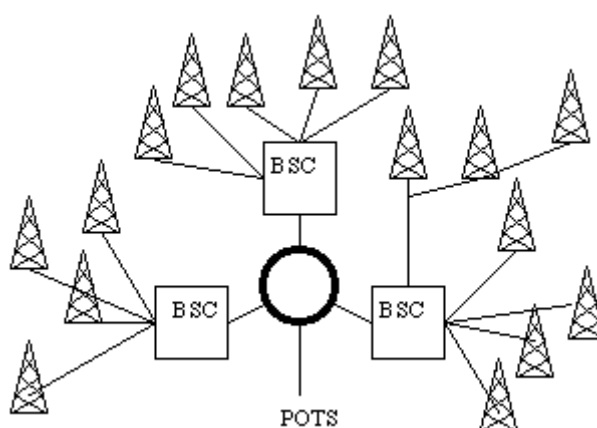


Figura 1.9: Representación CEB (Controlador de Estación Base)

Una de las funciones de gestión y control de las EB es el control de los recursos de radio de las células, asignando a cada EB las frecuencias de radio que pueden utilizar. Interviene también en la comunicación entre EB para controlar la migración de un abonado de una célula a otra.

1.2.4.3 SR (Subsistema de Red)

Conjunto formado por el CCSM, el CAu y los RUF RUA

CCSM (Centro de Conmutación del Servicio Móvil): Conmutador de red encargado de interconectar la red de telefonía convencional con la red radiotelefónica. Se encarga además de acceder al centro de autenticación para verificar derechos de los clientes, así como de participar en la gestión de movilidad de los abonados y su localización en la red.

RUF (Registro de Ubicación Fija): Base de datos que contiene información relativa a los abonados de una red. Describe a su vez las opciones y servicios contratados por el abonado y aquellas opciones a las que tiene acceso. Se almacena además la última localización conocida del abonado y el estado de su terminal (fuera de servicio, encendido, en comunicación). Para identificar a un abonado asociado a un terminal móvil se utiliza cierta información almacenada en la tarjeta SIM.

RUA (Registro de Ubicación Actual): Base de datos asociada a un conmutador CCSM que almacena la identidad de los abonados itinerantes de la red. Su funcionalidad es importante, ya que se utiliza para controlar la ubicación de un abonado.

CAu (Centro de Autenticación): Base de datos que almacena información confidencial (como los derechos de uso) de cada abonado de la red. Para autenticarse en dicha base de datos es necesario que el abonado acceda a su tarjeta SIM (mediante su código PIN) para que ésta, mediante un protocolo de petición-respuesta, sea capaz de dar por válida la identidad del usuario en la red, momento en el cual no se deniega el acceso a la red y se consulta al RUF para conocer las opciones y servicios con los que el usuario puede contar.

Se ha de dejar constancia de las agrupaciones de los diferentes elementos de la arquitectura de la red GSM: SEB (Sistema de Estación Base): Conjunto constituido por un conjunto de EBs y su controlador CEB.

SR (Sistema de Red): Conjunto formado por el CCSM, el CAu y los RUF RUA.

Todos estos elementos se comunican mediante interfaces de red, que soportan el diálogo entre los diferentes equipos y permiten el correcto interfuncionamiento de la red.

1.2.5 MÓDEM GSM ZTE 3006

El módem ZTE 3006 provisto por la corporación ZTE se programa mediante comandos AT, a través de los cuales el modulo puede comunicarse con dispositivos externos (Ver figura 1.10). Los comandos AT son utilizados de acuerdo a las aplicaciones del estándar GSM de voz y mensajes cortos pero también se indicarán algunos comandos AT exclusivos del módem 3006 de ZTE.



Figura 1.10: Módem GSM 3006 de la Corporación ZTE

Los módems GSM no sólo se comportan de forma muy parecida a un módem normal, permitiendo el intercambio de datos con otro módem y utilizándose los comandos AT originales, sino que incluyen muchas más características.

Son como pequeños teléfonos móviles, que incluyen su propia tarjeta SIM para poder funcionar y por tanto permiten gestionar la base de datos de teléfonos, la lista de los mensajes SMS recibidos, enviar mensajes SMS, configurar diversos parámetros, etc.

El estándar para controlar los módems se basa en los comandos AT HAYES, o más comúnmente conocidos como comandos AT. El módem, antes de realizar una conexión con otro módem, se encuentra en modo comando.

En este modo podemos configurar y controlar el módem utilizando los comandos AT.

Una vez establecida la conexión con un módem remoto, se pasa del modo comando al modo conexión, por lo que la información que le llega al módem por el puerto serial no es interpretada como comandos AT sino como información a transmitir. Una vez terminada la conexión el módem vuelve al modo comando.

Los comandos AT son cadenas ASCII que comienzan por los caracteres AT y terminan con un retorno. Cada vez que el módem recibe un comando, lo procesa y devuelve un resultado, que normalmente es una cadena ASCII salvo que hayamos indicado lo contrario.

1.2.5.1 Funciones e Interfaces

Las funciones básicas del módulo son:

- Soporta cuatro bandas: GSM 850/EGSM 900/DCS 1800/PCS 1900
- Soporta paquete de servicio de datos
- Soporta servicio de mensajes
- Soporta estándar de comandos AT y comandos AT extendidos
- Soporta estándar interfase UART
- Soporta protocolos TCP/IP

1.2.5.2 Características Técnicas

- Diseño industrial con capacidades de software inteligente, por lo que es fiable en soluciones celulares para la recolección de datos y transmisión.
- Plug-and-play, con la interfaz de software fácil de usar para una fácil integración.

- Incorpora Watch-dog.
- Posee Reloj en Tiempo Real (RTC).
- Control y monitoreo de datos remotamente.
- Fiable conectividad de red GSM, proporcionando un rápido y amplio rango de comunicación inalámbrica.
- Diseño industrial con protección contra sobrecarga.
- Configuración local y remota.
- Modo de acceso: GSM
- Banda de frecuencias para Módem 3006 GSM 850/EGSM 900/DCS 1800/PCS 1900 MHz.
- Características de interface, se muestran en la tabla 1.1:

Especificación	Característica
Antena	50 dBi, conector SMA
Puerto Serial	DB9 (RS-232)
Led	Power Ring Data
UIM/SIM	1.8V/3V

Tabla 1.1: Características de interface del Modem GSM 3006

- Características de energía
- Fuente de Energía: DC5V-25V, recomendado 9V a 1A

1.3 COMPONENTES DEL SISTEMA DE ALARMA

1.3.1 UNIDAD DE CONTROL (CENTRAL)

Es el elemento central del sistema de alarma, que recibe las señales de los sensores, almacena los comandos de activación o desactivación del sistema, aloja la batería que alimenta el sistema, envía el aviso a la central receptora en el caso de que se realice monitoreo o directamente al propietario del domicilio en el caso de ser monitorización personal.

1.3.2 BATERÍA Y CARGADOR

Estos elementos sirven para proveer un sistema de alimentación eléctrica.

1.3.3 SIRENA

Ubicada generalmente en el exterior de la vivienda, el ruido que emite alertará a los moradores de la vivienda o a los vecinos en el caso de que haya intrusos en el lugar. Existen algunas sirenas que incluyen algún tipo de señalización visual (por ejemplo balizas), y son recomendadas para lugares en donde el ruido ambiental es demasiado alto, o bien para personas que por problemas auditivos necesitan una señal que alerte sus otros sentidos. También se colocan sirenas internas para aturdir al intruso.

1.3.4 SENSORES

Dispositivo que produce un registro cuantitativo en respuesta a cambios físicos o químicos en las condiciones de un sistema. Un sensor puede medir: presión, temperatura, sonido, vibraciones, movimiento, presencia de compuestos químicos, etc.

1.3.4.1 Sensores Magnéticos

Constan de dos partes, una formada por un magneto y la otra por un contacto de relay. La primera se ubica normalmente en la puerta o ventana que se quiera controlar y la otra en el marco de la misma. Mientras ambas se encuentren enfrentadas, el contacto de la salida estará cerrado. Cuando se produzca la apertura de la puerta o ventana y las partes dejen de enfrentarse, el contacto se abrirá enviando la señal correspondiente al Panel de Alarma. Especificaciones técnicas: Alimentación= DC12V, Corriente de transmisión=15mA, Frecuencia de transmisión= 315/433MHZ±0.5MHZ, Alcance= sin obstáculos 80m, Distancia del Intervalo: 15 mm Temperatura: -10°C ~ +40°C.

1.3.4.2 Sensores de Movimiento

El sensor PIR corresponde a las siglas PASIVE INFRA RED. Es un dispositivo piro eléctrico (detector de calor). Lo que mide es el cambio de calor, no la intensidad de calor. El calor medido es el calor irradiante cercano al infrarrojo que no es visible. Este sensor detecta movimiento mediante un promedio del calor irradiado en el tiempo. Como respuesta al cambio el sensor cambia el nivel lógico de su PIN (0-1). Este sensor es de bajo costo y tamaño, por lo que se utiliza en sistemas de alarmas, iluminación y robótica. Especificaciones técnicas: Voltaje de alimentación = 9 VDC, Corriente de transmisión= 20mA, Frecuencia de transmisión: 315/433MHZ±0.5MHZ, Alcance: sin obstáculos 80m, Velocidad de detección: 0.3~3m/s, Distancia de detección: 5~12m, Rango de detección: horizontal 110° - vertical 60°.

1.3.5 ELEMENTOS UTILIZADOS EN EL CIRCUITO DE ALARMA

1.3.5.1 ULN2003

Dentro del **ULN2003** se encuentran 7 transistores **NPN** Darlington. Es un circuito integrado (Ver figura 1.11) ideal para ser empleado como interfaz entre las salidas de un PIC o cualquier integrante de las familias TTL o CMOS y dispositivos que necesiten una corriente más elevada para funcionar, como por ejemplo, un relé.



Figura 1.11: Circuito integrado ULN2003APG

1.3.5.1.1 Especificaciones Técnicas

Tipo de circuito integrado	Driver
Propiedades	Darlington driver
Número de canales	7
Corriente de salida	500Ma
Tensión de salida	50V
Carcasa	DIP16
Montaje	THT

1.3.5.1.2 Diagrama Lógico y Esquemático

A continuación presentamos la estructura interna de un circuito integrado ULN (Ver figura 1.12).

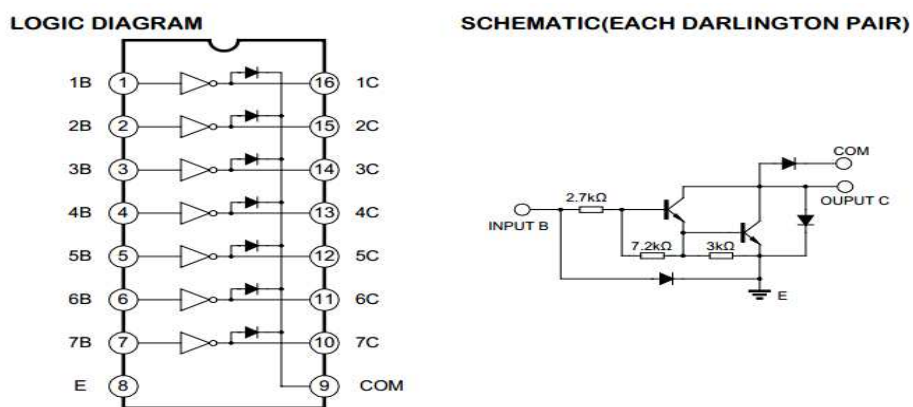


Figura 1.12: Estructura interna del circuito integrado ULN

1.3.5.2 Max 232

El MAX-232 es un circuito integrado (Ver figura 1.13) que convierte las señales de un puerto serie RS232 a las señales adecuadas para su uso en circuitos TTL compatible con la lógica digital. Su voltaje de alimentación es de 5V. Es un controlador de doble receptor que convierte todas las señales de RX, TX, CTS y RTS.



Figura 1.13: Circuito Integrado MAX-232

Los controladores proporcionan salidas RS232 de nivel de voltaje (aprox. $\pm 7,5$ V) desde una sola fuente de +5 V a través de bombas de carga en el chip y condensadores externos. Esto lo hace útil para la aplicación de RS-232 en los dispositivos que de otra manera no necesita ninguna tensión fuera de los 0V a 5V. Los receptores reducen las entradas RS-232 (aprox. ± 25 V) a niveles estándar de 5 V TTL. Estos receptores tienen un umbral típico de 1.3 V y una histéresis típica de 0,5 V.

Para la comunicación con el módem GSM se utilizó este circuito integrado conectando los pines Tx del microcontrolador al pin 11 del MAX-232 se debe poner condensadores externos de 10uf para llegar a velocidades de hasta 120 Kbps. Entre las características más relevantes se tiene las siguientes (Ver tabla 1.2).

Tipo de Línea y Nivel Lógico RS232	Voltaje RS232	Voltaje TTL
Transmisión de datos (Rx / Tx) 0 lógico	+3V a +15V	0V
Transmisión de datos (Rx / Tx) 1 lógico	-3V a -15V	5V
Señales de control (RTS / CTS / DTR / DSR) 0 lógico	-3V a -15V	5V
Señales de control (RTS / CTS / DTR / DSR) 1 lógico	+3V a +15V	0V

Tabla 1.2: Características del circuito integrado MAX-232

1.3.5.2.1 Conexión del MAX-232 con el Puerto serie

El circuito básico empleado para el MAX-232 es el siguiente, como se muestra en la figura 1.14:

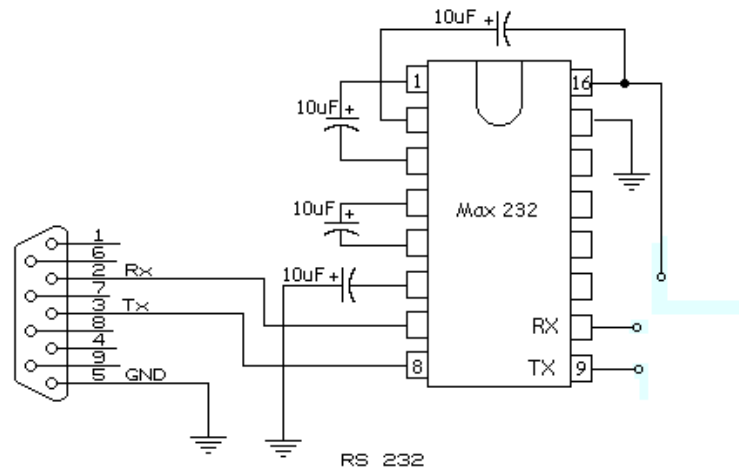


Figura 1.14: Conexión MAX-232 – Puerto serie

1.3.6 MÓDULO RECEPTOR CZS-3

1.3.6.1 Definición

El módulo receptor CZS-3 (Ver figura 1.15) presenta características técnicas similares al transmisor. A través del pin ANT se recibe la señal modulada ASK y se demodula. Luego, el dato es transferido por el pin RXD, el módulo presenta dos pines RXD que bien se pueden conectar o simplemente usar uno de los dos. El módulo tiene un ancho de banda ancho de +/-10 MHz.

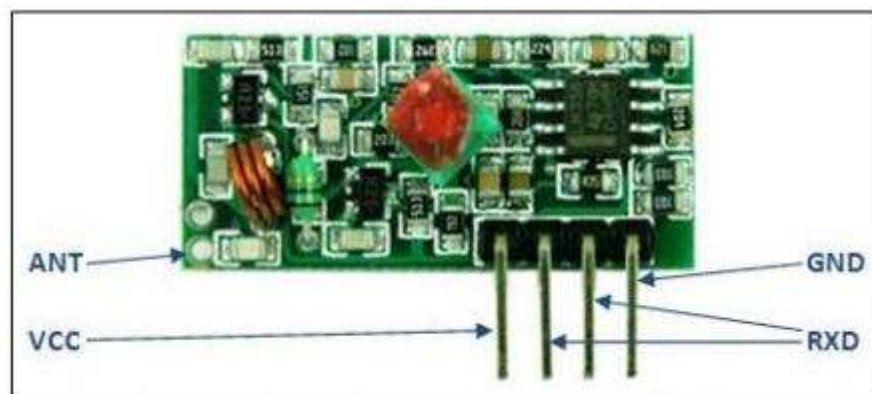


Figura 1.15: Módulo receptor CZS-3

1.3.6.2 Especificaciones Técnicas:

- Tensión de alimentación: 5 VDC
- Sensibilidad: -103 dBm
- Frecuencia de trabajo: 315 y 433.92 MHz
- Tamaño: 30x14x7 mm
- Consumo de corriente: 5 mA
- Temperatura de trabajo: -20 a 70 °C

1.4 COMUNICACIÓN POR RADIOFRECUENCIA

1.4.1 DEFINICIÓN DE RADIOFRECUENCIA

Cualquier transmisión de datos puede efectuarse sin ningún tipo de hilo, simplemente utilizando dispositivos que transportan la información mediante ondas. Por ejemplo la información recibida a través de radio y televisión.

La radiofrecuencia es en efecto un tipo de onda electromagnética que es muy semejante a la energía luminosa, y tiene la misma velocidad que la luz que es 3×10^8 metros por segundo. Las ondas de radio pueden generarse en una amplia gama de frecuencias, empezando aproximadamente de 10×10^3 Hz y siguiendo a través de millones de hertzios hasta miles de millones. Se han incluido también ondas electromagnéticas, como luz visible.

El espectro de radiofrecuencia hace referencia a cómo está dividido todo el ancho de banda que se puede emplear para transmitir varios tipos de señales. Existe una reglamentación que asigna determinadas frecuencias a determinados tipos de transmisión de información.

1.5 MICROCONTROLADORES

Un microcontrolador es un circuito integrado de alta escala que posee en su interior a un microprocesador, memoria de programa, memoria de datos y puertos para comunicarse con el exterior, dispone generalmente de los siguientes componentes: unidad central de proceso(CPU), memorias(RAM, ROM, EPROM, EEPROM, FLASH) y unidades de entrada/salida.

1.5.1 ARQUITECTURA DEL MICROPROCESADOR

La función principal del núcleo del microcontrolador (CPU), es asegurar una correcta ejecución del programa. La CPU, por lo tanto, debe acceder a memorias, realizar cálculos, controlar periféricos, y manejar interrupciones.

Existen tres orientaciones en cuanto a la arquitectura y funcionalidad de los procesadores actuales, las mismas que mencionamos a continuación.

1.5.1.1 CISC

Un gran número de procesadores usados en los microcontroladores están basados en la filosofía CISC (Computadores de Juego de Instrucciones Complejo). Disponen de más de 80 instrucciones máquina en su repertorio, algunas de las cuales son muy sofisticadas y potentes, requiriendo muchos ciclos para su ejecución. Una ventaja de los procesadores CISC es que ofrecen al programador instrucciones complejas que actúan como macros, es decir, que si las tuviésemos que implementar con instrucciones básicas, acabaríamos con dolor de cabeza.

1.5.1.2 RISC

Tanto la industria de los computadores comerciales como la de los micro controladores están inclinándose hacia la filosofía RISC (Computadores de Juego de Instrucciones Reducido). En estos procesadores el repertorio de instrucciones máquina es muy reducido y las instrucciones son simples y, generalmente, se

ejecutan en un ciclo. La sencillez y rapidez de las instrucciones permiten optimizar el hardware y el software del procesador.

1.5.1.3 SISC

En los microcontroladores destinados a aplicaciones muy concretas, el juego de instrucciones, además de ser reducido, es específico, o sea, las instrucciones se adaptan a las necesidades de la aplicación prevista. Esta filosofía se ha bautizado con el nombre de SISC (Computadores de Juego de Instrucciones Específico).

1.5.2 DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL MICROPROCESADOR

En la figura 1.16 se puede observar la arquitectura interna del microprocesador¹. El AVR usa una arquitectura Harvard, con memorias y buses separados para el programa y los datos, a fin de maximizar el desempeño del mismo.

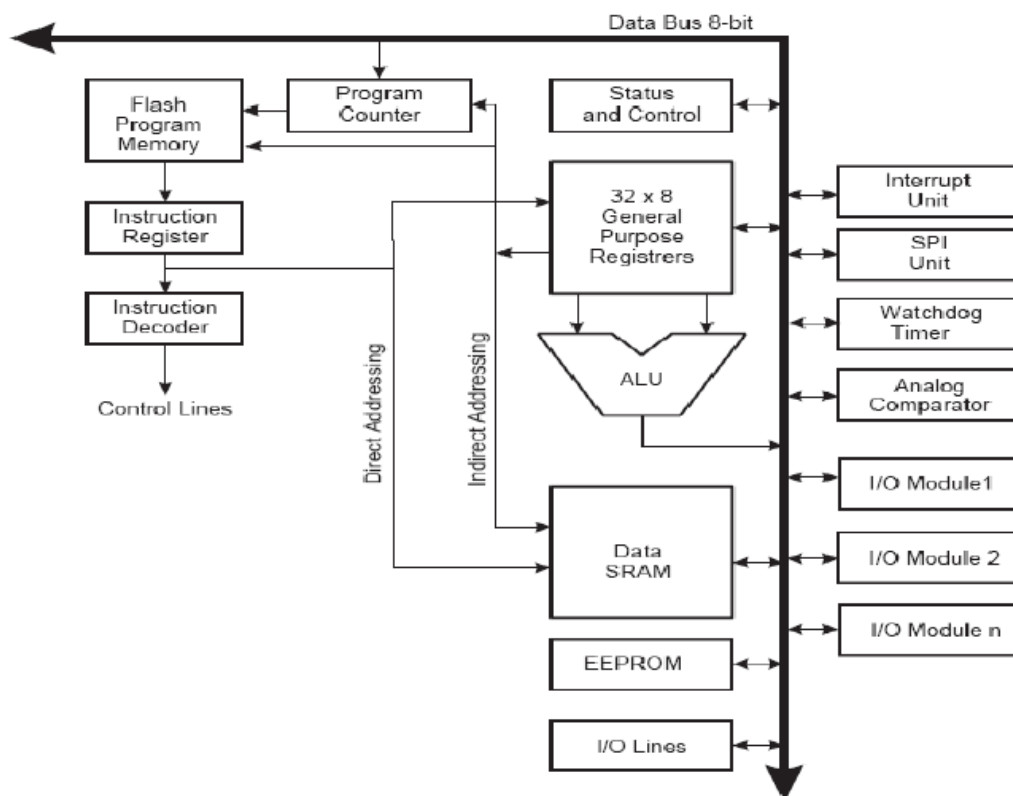


Figura 1.16: Arquitectura de la CPU

¹ <http://es.scribd.com/doc/109554770/Estructura-Interna-Del-Microcontrolador-Atmega-164p>

1.5.2.1 Memoria Flash

La memoria de programa es la memoria flash reprogramable en el sistema, aquí es donde se almacenan todas las instrucciones del programa.

1.5.2.2 Registros de Propósito General

El microprocesador contiene 32 registros de trabajo de propósito general de 8bits con un tiempo de acceso de un solo ciclo de reloj. Esto permite la operación de la Unidad Aritmético Lógica (ALU) en un sólo ciclo.

1.5.2.3 Unidad Aritmético Lógica (ALU)

Realiza las operaciones aritméticas. En una típica operación de la ALU, se toman 2 operandos del Archivo de Registros, se ejecuta la operación, y el resultado se almacena nuevamente en el Archivo de Registros en un ciclo de reloj. Luego de una operación aritmética, el Registro de Estado se actualiza para reflejar la información sobre el resultado de la operación.

1.5.2.4 El Registro de Estado

El Registro de Estado contiene información sobre el resultado de la instrucción más recientemente ejecutada. Esta información se puede usar para alterar el flujo del programa a fin de ejecutar operaciones condicionales.

1.5.2.5 Sram

Es donde residen los Registros Específicos (SFR) del AVR, tienen direcciones de 0 a 31. Casi todos estos registros son utilizados por el compilador o pueden ser utilizados en el futuro. Cada registro es utilizado dependiendo de los enunciados programados a usar.

1.5.2.6 Eeprom

Son memorias de sólo lectura, programables y borrables eléctricamente, EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory), este tipo de memoria guarda un dato de manera permanente, pudiendo conservar su contenido cuando no hay energía.

Se va extendiendo en los fabricantes la tendencia de incluir una pequeña zona de memoria EEPROM en los circuitos programables para guardar y modificar cómodamente una serie de parámetros que adecuan el dispositivo a las condiciones del entorno.

1.5.3 INTERRUPCIONES Y RECURSOS ESPECIALES

Las interrupciones son utilizadas para realizar el control de eventos y pueden presentarse en cualquier momento sin importar la línea que se encuentre ejecutando el programa, realizando tareas específicas².

Cuando una interrupción es detectada el programa se detiene para ingresar a una subrutina y atender la causa de la interrupción, al finalizar esta, el programa regresa al lugar donde estaba, antes de ingresar a la interrupción, para continuar con el funcionamiento normal del programa. El microcontrolador posee interrupciones internas, externas y un nivel configurable de estas, que son descritas a continuación.

1.5.3.1 I2C

Es una interfaz de comunicación serie de dos hilos, utilizada para comunicarse con otros dispositivos. Cada dispositivo conectado al bus tiene un código de dirección seleccionable mediante software. Habiendo permanentemente una relación Master/Slave (Maestro/Esclavo) entre el microcontrolador y los dispositivos conectados.

² <http://perso.wanadoo.es/pictob/microcr.htm>

1.5.3.2 SPI

(Serial Peripheral Interface Bus) Es un bus de datos serial síncrono que opera en modo full dúplex.

Permite la comunicación entre master/slave utilizando un bus de cuatro líneas.

1.5.3.3 Temporizadores o "Timers"

Se emplean para controlar periodos de tiempo (temporizadores) y para llevar la cuenta de acontecimientos que suceden en el exterior (contadores).

Para la medida de tiempos se carga un registro con el valor adecuado y a continuación dicho valor se va incrementando o decrementando al ritmo de los impulsos de reloj o algún múltiplo hasta que se desborde y llegue a 0, momento en el que se produce un aviso. Cuando se desean contar acontecimientos que se materializan por cambios de nivel o flancos en alguna de las patillas del microcontrolador, el mencionado registro se va incrementando o decrementando al ritmo de dichos impulsos.

1.5.3.4 Perro Guardián o "Watchdog"

El Perro guardián consiste en un temporizador que, cuando se desborda y pasa por 0, provoca un reseteo automáticamente en el sistema, esto sucede cuando el microcontrolador se bloquea por un fallo del software u otra causa, para luego reiniciarse el sistema.

1.5.4 MICROCONTROLADORES AVR

El AVR es una familia de microcontroladores de 8 bits RISC (Reduced Instruction Set Computer) fabricada por Atmel, el cual posee una bien definida estructura de entradas y salidas que limitan la necesidad de componentes externos, teniendo además un amplio rango de microcontroladores disponibles desde integrados de 8 pines/1k Flash hasta integrados de 100 pines/256k Flash y su alto grado de integración hacen de estos la mejor opción para elegir.

Los microcontroladores AVR permiten la ejecución de instrucciones mediante la metodología 'pipeline' con dos etapas (cargar y ejecutar).

En estas etapas el repertorio de instrucciones de máquina es muy reducido y las instrucciones son simples y generalmente les permite ejecutar la mayoría de las instrucciones en un ciclo de reloj, lo que los hace relativamente rápidos entre los microcontroladores de 8 bits, la sencillez y rapidez de las instrucciones permiten optimizar el hardware y el software del procesador.

1.5.4.1 Características Generales

A continuación se detallan algunas de las características de los microcontroladores ATMEGA:

- 1 La familia ATMEGA está compuesta por microprocesadores con registros y ALU de 8 bits.
- 2 Son microprocesadores de propósito general.
- 3 Disponen de memorias RAM, EEPROM y Flash internas.
- 4 Integran en el chip un amplio abanico de periféricos:
 - Controladores de comunicación serie (SPI y USART)
 - Varios puertos paralelo.
 - Varios Timers/Counters (8 y 16 bits)
 - Conversor Analógico/Digital (ADC)
 - Moduladores PWM para electrónica de potencia.

1.5.4.2 ATMEGA 164P

Microcontrolador AVR de 8 bits de alto rendimiento y bajo consumo.

1.5.4.2.1 Configuración de Pines

En la figura 1.17 se indica la distribución de pines que tiene el ATMEGA 164P.

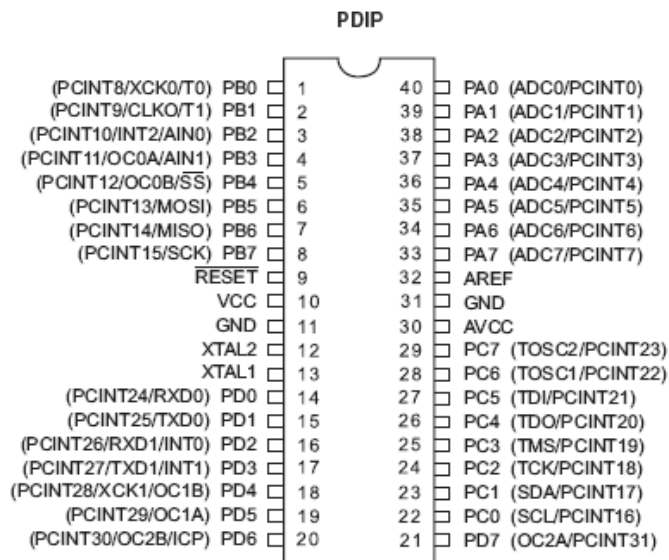


Figura 1.17: ATMEGA 164P

1.5.4.2 Diagrama de Bloques

El ATMEGA164P tiene 4 puertos paralelos de 8 bits para entrada salida, desde PORTA hasta PORTD. La Figura 1.18 Muestra la arquitectura interna de un ATMEGA164P.

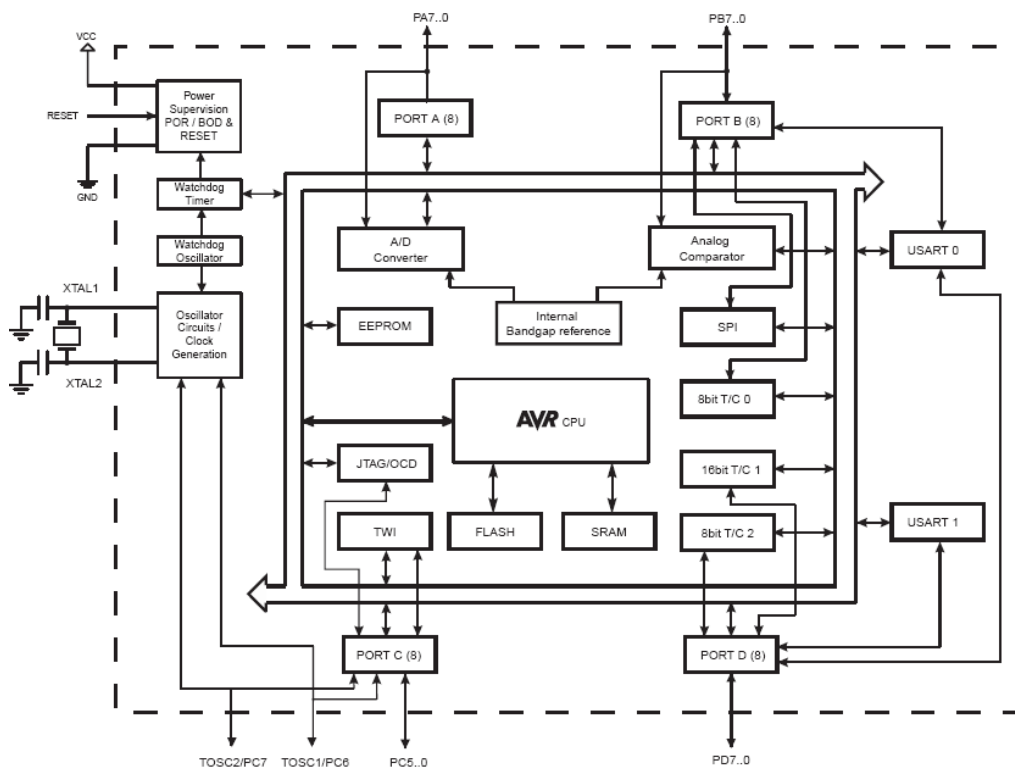


Figura 1.18: Arquitectura interna del ATMEGA164P

Además de la función típica de entrada-salida, estos puertos pueden ser configurados para realizar otras funciones alternativas. Así, por ejemplo, El Puerto A sirve como entradas analógicas para el conversor Análogo Digital, las salidas de los buffers del puerto B tienen características simétricas controladas con fuentes de alta capacidad. El puerto C también sirve para las funciones de Interfaz del JTAG.

1.6 PROGRAMACIÓN DE MICROCONTROLADORES

El proceso de desarrollo de una aplicación basada en microcontroladores se compone de las siguientes etapas principales, las cuales se explican en más detalle a continuación:

- **Desarrollo de software:** Esta etapa corresponde a la escritura y compilación/ensamblaje del programa que regirá las acciones del μC y los sistemas periféricos conectados a este.

Para la escritura del programa utilizamos un editor de texto, es un programa para escribir el programa.

Normalmente colorean las palabras especiales de cada lenguaje para ayudar a comprender la estructura del código de forma visual.

Para la compilación/ensamblaje utilizamos un programa que traduce el código escrito en un lenguaje en particular a código de ensamblador o a un archivo binario/hexadecimal directamente, lo cual es ejecutado directamente por un computador.

- **Programación del μC :** En esta etapa el código de máquina correspondiente al programa desarrollado en la etapa anterior se descarga en la memoria del μC . Para lo cual necesitamos de un programador o quemador que consta de dos partes, un software para el computador y un aparato físico que se encargan de traspasar el archivo hexadecimal desde

el computador en que fue compilado, al microcontrolador que lo debe ejecutar.

- **Prueba y verificación:** Por último, el μC debe conectarse al circuito base y someterse a pruebas para verificar el funcionamiento correcto del programa.

CAPÍTULO II

DISEÑO Y CONTRUCCIÓN DE LA ALARMA

2.1 CIRCUITO DE LA ALARMA

El circuito de la alarma se compone de tres partes:

- Circuito de la fuente de alimentación
- Circuito de etapa de comunicación y control
- Circuito de accionamiento de la sirena

2.1.1 CIRCUITO DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN

El microcontrolador ATmega 164P trabaja con 5V por lo que es preciso realizar el siguiente circuito detallado en la figura 2.1.

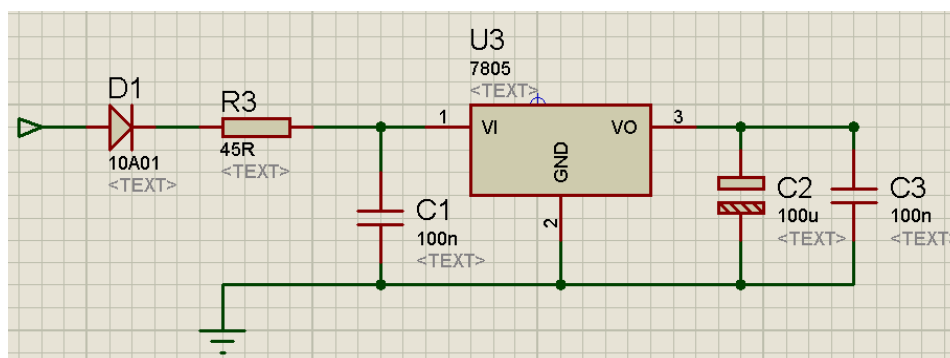


Figura 2.1: Circuito Fuente de Alimentación

A la entrada del circuito hay 12V, seguido de un diodo de protección para evitar una mala polarización de voltaje. Además, se conectan 3 resistencias en serie de 15Ω permitiendo que el voltaje que ingresa al regulador se presente en un valor menor a los 12 V (Ver figura 2.2), esto se realiza para que las resistencias ayuden a disipar el calor y la potencia al regulador.

Se añade capacitores para estabilizar y mejorar el rechazo de rizado a la salida, manteniéndose así un voltaje de 4,96V entre los terminales Vo y GND.

Los datos técnicos del regulador de voltaje utilizado se detallan en el ANEXO C.

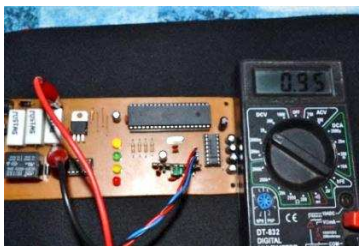


Figura 2.2: Medida de voltaje en cada resistencia

2.1.2 CIRCUITO DE ETAPA DE COMUNICACIÓN Y CONTROL

A continuación se puede observar (Ver figura 2.3) las conexiones que se realizó en el microcontrolador.

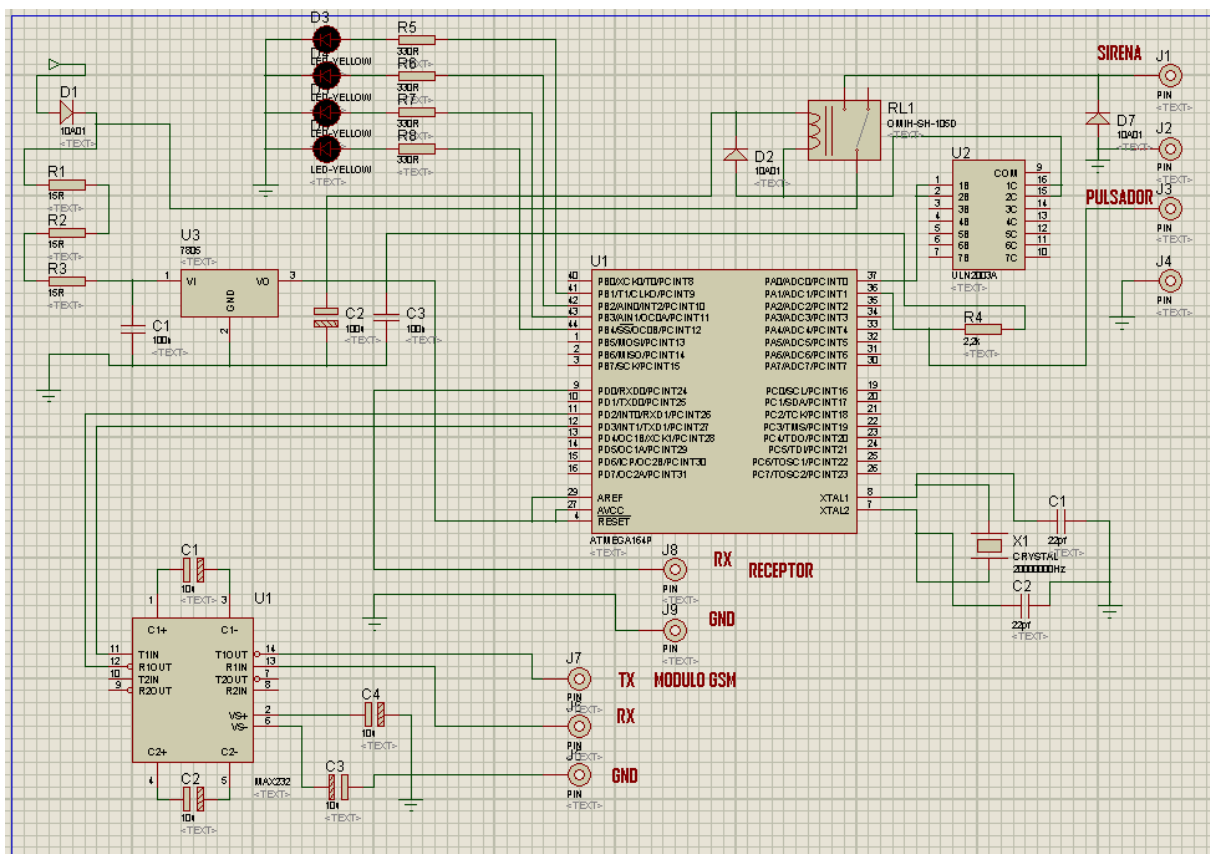


Figura 2.3: Conexiones del microcontrolador

Para polarizar se debe conectar los pines 10 y 30 a VCC; 11 y 31 a GND, los pórtilos 12 y 13 son para utilizar la señal de reloj externa, para lo cual se conectó un cristal de 20 MHz y 2 capacitores de 22pF.

En los pórtilos PB1, PB2, PB3, PB4, se conectó los leds de color naranja, verde, amarillo y rojo respectivamente.

2.1.2.1 Conexión Serial

Para la comunicación con el Modem GSM conectamos los pines PD2 y PD3 del micro controlador usando el estándar RS-232. Por motivo de la programación se ha establecido una velocidad de comunicación de 115200 baudios.

Para la comunicación serial con el modem y el ATmega164P, se lo realizo mediante un DB9 del cual, solo se utiliza tres pines, un pin RX DE MODULO GSM (Recepción), un pin TX DE MODULO GSM (transmisión) y un pin para GND.

2.1.3 CIRCUITO DE ACCIONAMIENTO DE LA SIRENA

Podemos observar (Ver figura 2.4) los elementos necesarios para la activación de la sirena del circuito de alarma.

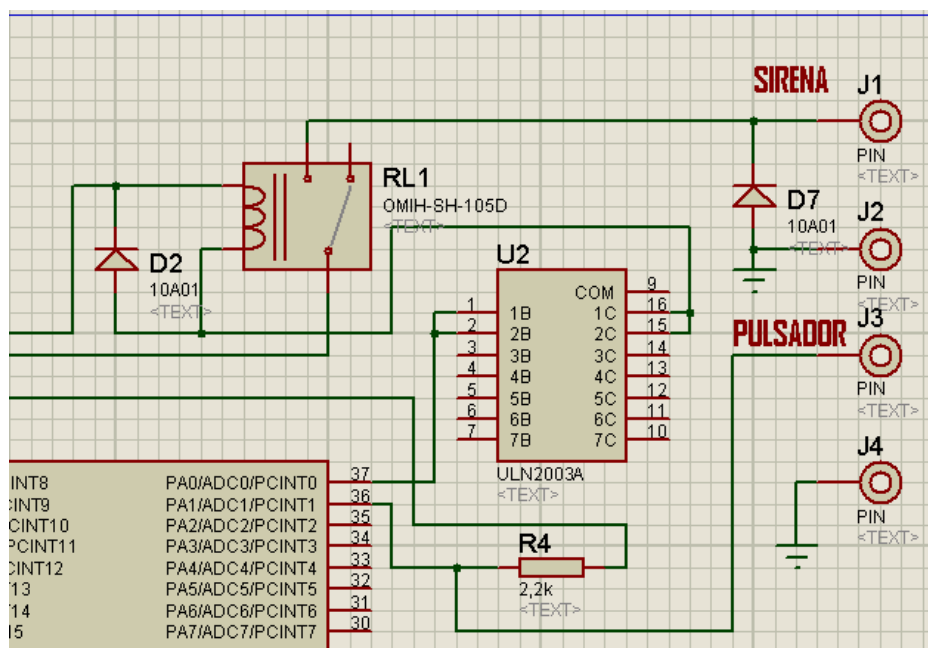


Figura 2.4: Elementos para activación de la Sirena

El circuito de accionamiento para la sirena está constituido por un Relé de 5V, un ULN2003, diodos de protección y una sirena que funciona con 12VDC.

El microcontrolador envía una señal por el pórtilo PA0, la misma que es recibida y enviada través del ULN 2003 mediante los pines 1B, 2B y 1C, 2C respectivamente. Finalmente la señal enviada es recibida por el Relé para activar o desactivar la sirena.

2.1.4 ENSAMBLAJE DE ELEMENTOS

Una vez detalladas las diferentes etapas se procede a utilizar las herramientas de Eagle para generar la placa con sus respectivas pistas. (Ver Figura 2.5).

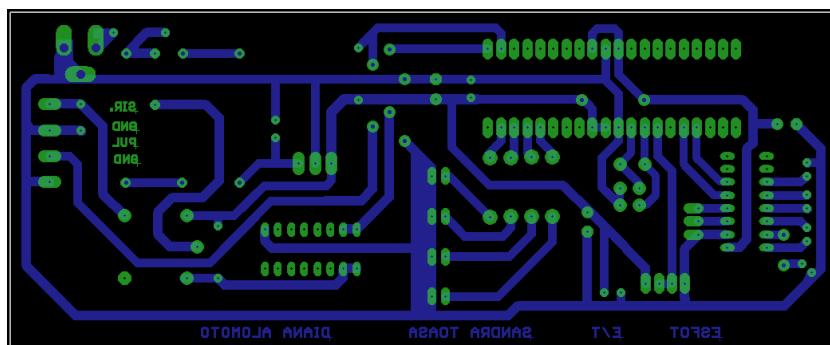


Figura 2.5: Pistas en Eagle del circuito de Alarma

Luego de quemar la placa (Observar figura 2.6), se procede a soldar todos los elementos (Observar figura 2.7) tomando en cuenta la polarización de diodos, capacitores y la configuración de pines de los Circuitos Integrados.

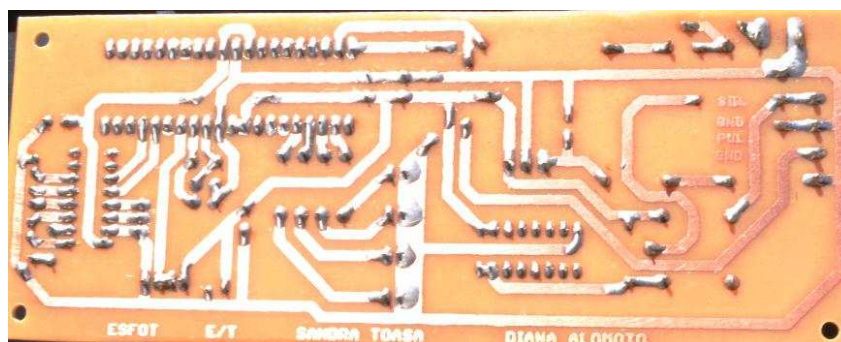


Figura 2.6: Muestra las pistas de la placa

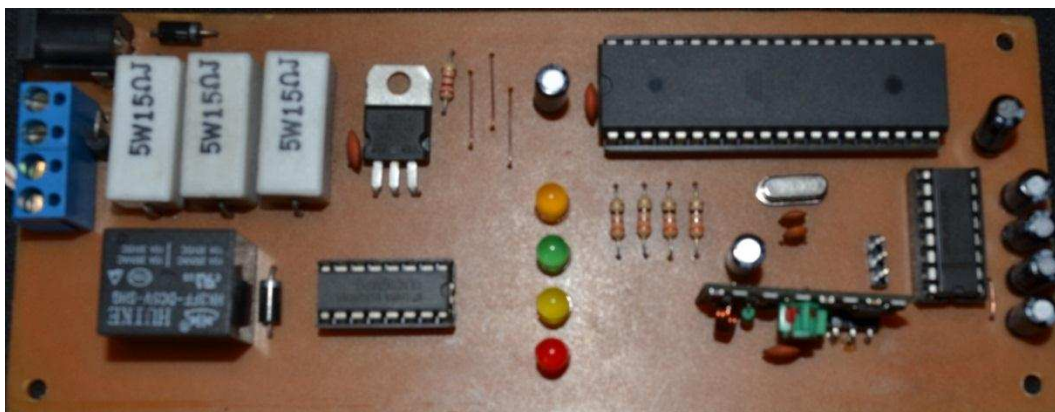


Figura 2.7: Muestra los elementos soldados

2.2 CIRCUITO DE RADIOFRECUENCIA

En esta etapa se realiza la transmisión vía radiofrecuencia usando módulos RF. Estos módulos constan de un transmisor RF y de un receptor RF.

Para este proyecto en particular se ha utilizado el transmisor de radiofrecuencia: FST-3 y como receptor de radio frecuencia el CZS-3.

Cuando el sensor PIR inalámbrico detecta presencia, el transmisor RF cambia su nivel lógico y transmite la información por radiofrecuencia hacia el receptor RF. Luego, el receptor RF capta las señales transmitidas y las demodula para después enviarlas hacia el microcontrolador.

A continuación presentamos las características básicas de los módulos RF (Ver tabla 2.1).

FABRICANTE	MODELO	FRECUENCIA CENTRAL(MHz)	SENSIBILIDAD EN RECEPCIÓN(dBm)	Tipo de Modulación
Electrónica HIFI	FST-3 CZS-3	433.92 Y 315	-103	OOK

Tabla 2.1: Características básicas de los módulos RF

Los módulos RF estudiados son capaces de transmitir datos con un alcance de hasta 100 metros de distancia en vista directa, lo que resulta suficiente para la presente aplicación. Finalmente, se seleccionó los módulos FST-3/CZS-3 por su facilidad de uso debido a que el único componente externo necesario es una antena. En cambio en otros tipos de módulos es más complejo ya que se necesita de resistencias, bobinas, condensadores y antena para su funcionamiento.

En el capítulo 1, específicamente en la sección 1.3.6 ya se describió a detalle las características del Módulo Receptor CZS-3, razón por la cual en este capítulo solo vamos a indicar las características del Módulo transmisor FST-3.

2.2.1 MÓDULO TRANSMISOR FST-3

El Módulo transmisor FST-3 es un componente interno que se encuentra en cada uno de los sensores inalámbricos utilizados en este proyecto.

El módulo transmisor FST-3 (ver figura 2.8), mediante modulación ASK, es capaz de transmitir una distancia de hasta 1000m en línea directa. Está compuesto por un circuito oscilador LC, su salida es TTL y puede conectarse directamente a un decodificador.

Tiene la versatilidad de poder alimentarse con tensiones de 3 a 12 V. Además, el módulo puede trabajar a una de frecuencia de 315 o 433.92 MHz.

Este transmisor es capaz de transferir datos a una velocidad máxima de 10 kbps con potencia de 40 mW. El dato ingresa por el pin1 (DATA) y se transmite por el pin ANT.



Figura 2.8: Transmisor FST-3

Especificaciones Técnicas:

- Tensión de alimentación: 3 a 12 VDC
- Consumo de corriente: 5 a 45 mA
- Tamaño: 21x22x8 mm
- Distancia de alcance: >1000 m
- Frecuencia de trabajo: 315 y 433.92 MHz
- Tipo de modulación: ASK (OOK)
- Velocidad de transmisión: <10k bps
- Potencia de salida: 40 mW
- Temperatura de trabajo: -20 a 70 °C

2.3 CONEXIÓN ENTRE MICROCONTROLADORES

Actualmente existe una gran diversidad de microcontroladores, pueden ser de 4, 8, 16,32 bits.

El número de dispositivos que funcionan en base a uno o varios microcontroladores aumenta de forma exponencial, como se muestra a continuación en la figura 2.9.



Figura 2.9: Dispositivos que funcionan en base a microcontroladores.

Los factores a considerar según la aplicación son: costo, procedimiento de datos, E/S, consumo, memoria, ancho de palabra, diseño de la placa. A continuación la figura 2.10 nos muestra algunos fabricantes y modelos de microcontroladores que existen en el mercado:

FABRICANTE	MODELOS DE μ C
 intel.	8048, 8051, 80C196, 80186, 80188, 80386EX
 MOTOROLA	6805, 68HC11, 68HC12, 68HC16, 683XX
HITACHI	HD64180
PHILIPS	Gama completa de clónicos del 8051
SGS-THOMSON (ST)	ST-62XX
 MICROCHIP	PICs
NATIONAL SEMICONDUCTOR	COP8
ZILOG	Z8, Z80
TEXAS INSTRUMENTS	TMS370
TOSHIBA	TLC5-870
INFINEON	C500
DALLAS	D55000
NEC	78K

Figura 2.10: Fabricantes y modelos de microcontroladores

La domótica (sistemas de seguridad y alarma) es el campo idóneo para la implementación de los microcontroladores.

En este trabajo se creó un sistema que permite controlar los procesos relacionados a un microcontrolador tipo AVR, a partir de los servicios que presenta la tecnología GSM. Para esto se implementó la comunicación entre el teléfono móvil y el modem GSM y este último a su vez, con el microcontrolador ATMEGA 164P, utilizando para ello los denominados Comandos AT, como se muestra en la figura 2.11.



Figura 2.11: Esquema del sistema

2.4 ACOPLAMIENTO DEL CIRCUITO CON EL SISTEMA TELEFÓNICO

En este proyecto se ha utilizado el sistema telefónico celular, debido a las mejores ventajas que presenta en comparación a la telefonía fija. En el circuito tenemos el módem GSM 3006 que funciona como un teléfono celular y este se comunica a su vez con cualquier otro teléfono.

El Módem se conecta al circuito a través de un DB 9, con una alimentación de voltaje de 12V y corriente de 1000mA; para la Tx y Rx utiliza una antena omnidireccional, también tiene una tarjeta SIM (Ver figura 2.12) con un número de teléfono establecido.

Es importante tomar en cuenta que para poder enviar un mensaje o marcar a un número telefónico siempre tiene que estar con saldo.



Figura 2.12: Tarjeta SIM del módem GSM 3006

En la etapa de envío y lectura de datos esta el modem GSM 3006 que envía y recibe los datos, esto se puede realizar gracias a los comandos AT que fueron programados en el microcontrolador. Para la lectura de datos se utiliza los teléfonos celulares, cuyos números telefónicos fueron grabados en la tarjeta SIM del modem, en este caso se utilizaron 3 números telefónicos.

Para activar el circuito de la alarma se debe enviar un mensaje de texto con la palabra “activar”, de esta manera el modem responderá con un sonido de activación y en el caso de desactivar el circuito de la alarma se debe enviar un mensaje de texto con la palabra “desactivar” y de la misma forma que en el caso anterior responderá con un sonido de desactivación.

2.4.1 COMANDOS AT

Los comandos AT son instrucciones codificadas que conforman un lenguaje de comunicación entre el hombre y un Terminal MÓDEM.

Los comandos AT fueron desarrollados en 1977 por Dennis Hayes como un interfaz de comunicación con un MÓDEM para así poder configurarlo internamente y proporcionarle instrucciones, tales como marcar un número de teléfono.

Aunque la finalidad principal de los comandos AT es la comunicación con módems, la telefonía móvil GSM también ha adoptado como estándar este lenguaje para poder comunicarse con sus terminales. De esta forma, todos los teléfonos móviles GSM poseen un juego de comandos AT específico que sirve de interfaz para configurar y proporcionar instrucciones a los terminales, permiten acciones tales como realizar llamadas de datos o de voz, leer y escribir en la agenda de contactos y enviar mensajes SMS, además de muchas otras opciones de configuración del terminal.

Es claro que la implementación de los comandos AT corresponde a los dispositivos GSM y no depende del canal de comunicación a través del cual estos comandos sean enviados, ya sea cable de serie, canal Infrarrojos, Bluetooth, etc.

2.4.1.1 Control de llamadas

Estos son algunos de los comandos más comunes para el control de llamadas:

- AT: Atención
- ATA: Contestar llamada
- ATD: Comando para Llamar
- ATH: Desconectar una llamada

2.4.1.2 Comandos para transmisión de SMS

Estos son los comandos que hacen posible el envío y recepción de mensajes de texto SMS:

- **AT+CMGF** = "1" Este comando sirve para interpretar el modo de transmisión de datos tipo TEXTO.
- **AT+CMGR** = Leer Mensaje
- **AT+CMGW** = "Num. teléfono" Este comando selecciona el número de teléfono al cual se va a enviar el mensaje.
- **AT+CSCA** = "+59383547011" Configuro el centro del servicio
- **AT+CNMI** = 2,1,0,0,0 Configuración de aviso sobre nuevo Msj.
- **AT+CMGS** = "Nº del Receptor", Mensaje
- **AT+CPMS** = "ME","ME" Configura la memoria 1 y memoria 2 como la memoria interna del celular.
- **AT+CMGD**= N° Borra el mensaje de la posición N°
- **AT+CMGL**= ? Listado de comandos para ver mensajes en distintas carpetas.
- **AT+CMS5** = "localidad de memoria" Permite enviar el SMS guardado en la localidad de memoria respectiva (teléfono o SIM). Este comando AT emula el proceso de aplastar la tecla SEND.

2.4.1.3 Explicación de algunos Comandos AT de forma gráfica

La explicación de los comandos AT se realiza con la ayuda de un Hyper terminal, como se puede observar a continuación.

2.4.1.3.1 Configuración de Módulo GSM

- **Comando AT**

Este es un comando de atención, cuya función es monitorear si existe una buena conexión en el canal de comunicación, si la conexión es buena el módulo GSM responde OK, en la figura 2.13 se ilustra el código de programación que permite realizar esta acción a través del sistema microprocesado.

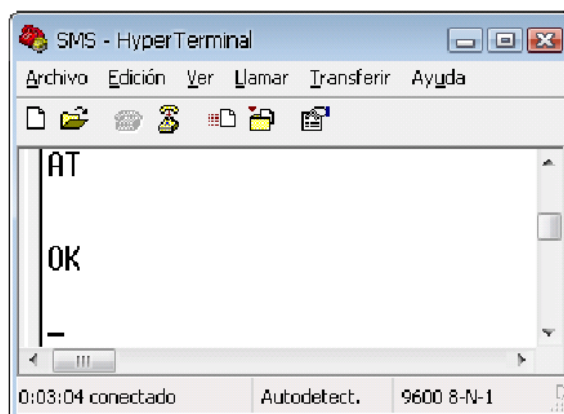


Figura 2.13: Ejecución del Comando AT

- **Comando AT+CSQ**

Este comando se utiliza para consultar la calidad de la señal del módulo. Si el módulo responde con un valor desde 29 a 30 (Ver Figura 2.14) significa que la señal esta adecuada para poder trabajar

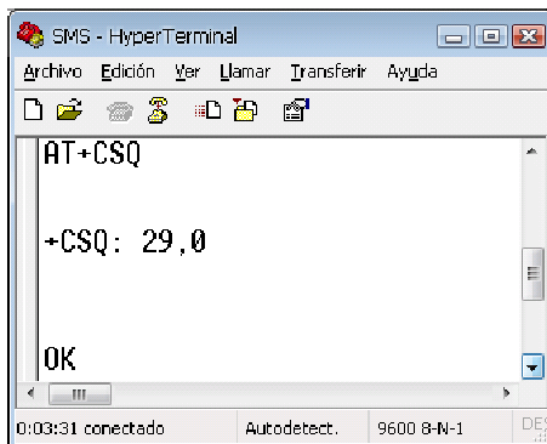


Figura 2.14: Ejecución del Comando AT+CSQ

- **Comando AT + IPR**

Este es un comando que es usado para cambiar la velocidad de comunicación del módulo. Esta velocidad sirve para comunicarse con el microcontrolador o con el computador. La nueva velocidad es guardada automáticamente, ver figura 2.15.

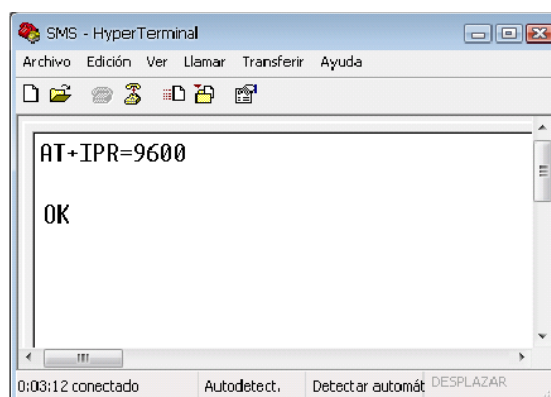


Figura 2.15: Ejecución del Comando AT+IPR

2.4.1.3.2 Configuración para recepción de mensajes de texto

- **Comando AT + CNMI**

Este comando permite configurar el formato de recepción de SMS.

La configuración actual permite recibir los mensajes de texto, leerlos pero no guardarlos en la memoria del módulo. La figura 2.16, muestra la ejecución de este comando.

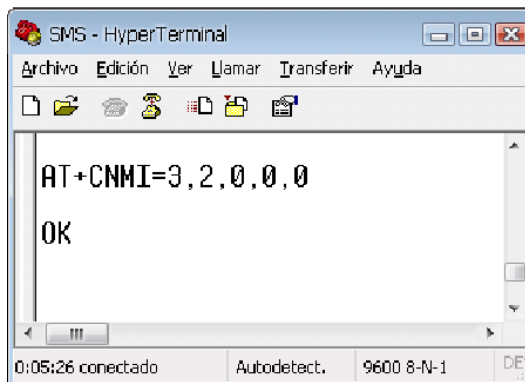


Figura 2.16: Ejecución del Comando AT+CNMI

2.4.1.3.3 Lectura y borrado de mensajes de texto

- **Comando AT+CMGL**

Este comando es usado para ver todos los mensajes almacenados en el módulo GSM. Se puede ver las distintas carpetas de mensajes almacenadas de acuerdo a las siguientes opciones: En la figura 2.17, se muestra el comando para visualizar todos los mensajes almacenados en el módulo.

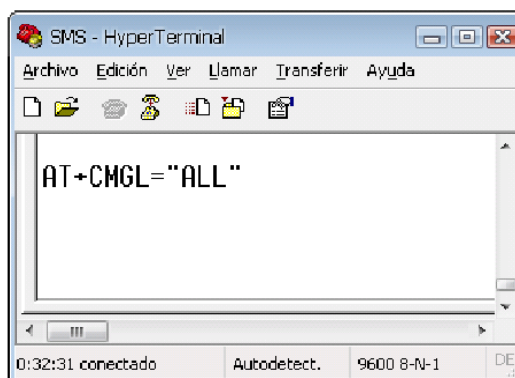


Figura 2.17: Ejecución del Comando AT+CMGL

- **AT+CMGR**

Este comando permite leer el mensaje de la ubicación indicada. Cada vez que llega un nuevo mensaje es indexado en una dirección de memoria del Teléfono Móvil. En la figura 2.18 se muestra la lectura de un mensaje ubicado en la dirección 1.

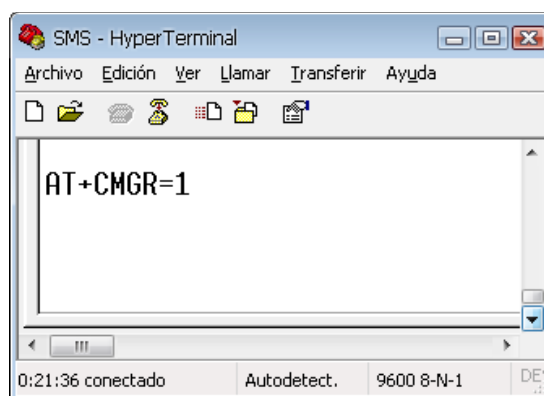


Figura 2.18: Ejecución del Comando AT+CMGR

- **Comando AT+CMGD**

Este comando permite borrar el mensaje de la de dirección indicada. En la figura 2.19 se borra un mensaje ubicado en la dirección 1.

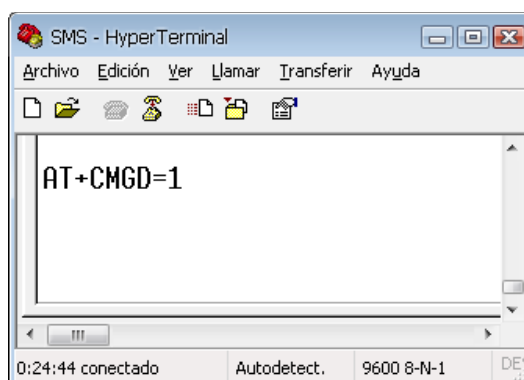


Figura 2.19: Ejecución del Comando AT+CMGD

2.4.1.3.4 Envío de mensajes de texto

- **Comando AT + CMGF = 1**

Este comando permite elegir el modo de interpretación de los datos por parte del teléfono, si la equivalencia es igual a "1", los datos son interpretados en modo texto, es decir la secuencia de caracteres que se envía al teléfono son ASCII normales, ver figura 2.20.

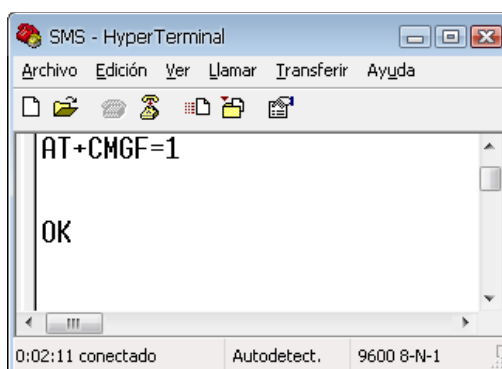


Figura 2.20: Ejecución del Comando AT+CMGF

Para enviar un SMS, se usa el Comando GSM: AT+CMGS seguido del número de celular al que se va a enviar el mensaje como se observa en la figura 2.21. Posteriormente se escribe el texto a enviar seguido de las teclas CTRL + Z como se muestra en la figura 2.22. Para realizar el envío de un SMS el módulo debe estar configurado anteriormente en modo de texto.

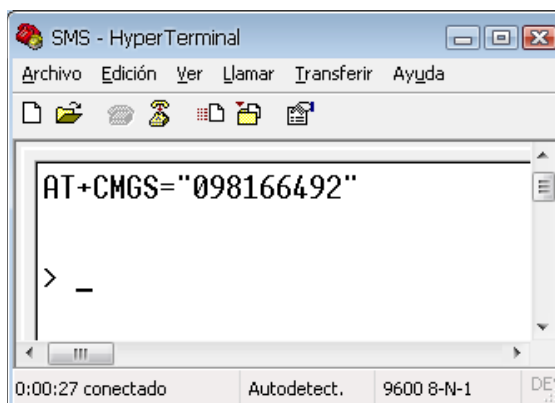


Figura 2.21: Ejecución del Comando AT+CMG

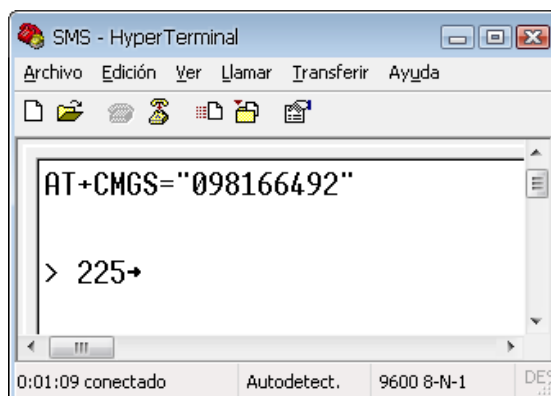


Figura 2.22: Envío de un mensaje de texto

2.5 PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA DE ALARMA

La herramienta BASCOM AVR desarrollada por la empresa MCS Electronics, sirve para realizar programas de alto nivel para microcontroladores AVR. Ofrece una completa solución para editar, compilar, simular y programar. Posee un compilador y un ensamblador que traduce las instrucciones estructuradas en lenguaje de máquina.

La siguiente figura 2.23 muestra la ventana de trabajo de BASCOM AVR:

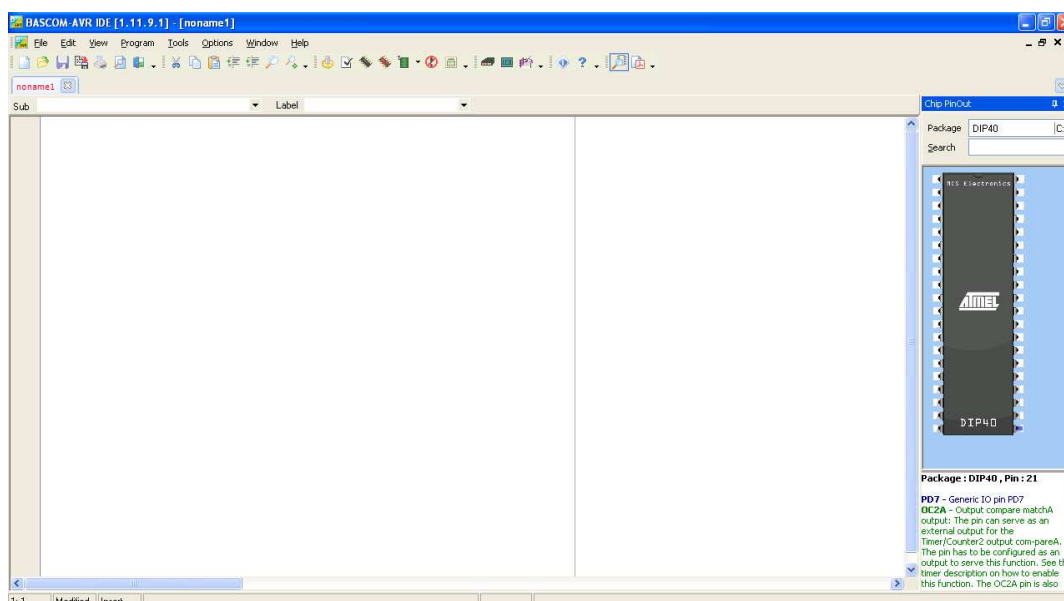


Figura 2.23: Ambiente de BASCOM AVR

Dentro de ella podemos ver la barra de herramientas, el menú y el área de trabajo.

A continuación se presenta los iconos más importantes para manejar la herramienta BASCOM AVR.

2.5.1 PRINCIPALES SENTENCIAS DE BASCOM

2.5.1.1 Directivas del Compilador

Son las instrucciones iniciales que el programa requiere para determinar las características del integrado, estas son las siguientes:

2.5.1.1.1 *\$regfile*

Esta instrucción siempre va al inicio del proyecto a realizar, pues determina el microcontrolador que será utilizado.

Por ejemplo si vamos a utilizar:

ATMEGA 48 \Rightarrow `$regfile="m48def.dat"`

ATMEGA 16 \Rightarrow `$regfile="m16def.dat"`

ATMEGA 8 \Rightarrow `$regfile="m8def.dat"`

2.5.1.1.2 *\$crystal*

Esta instrucción permite determinar la frecuencia de oscilación con la que va a funcionar el microcontrolador.

Ejemplo:

`$crystal=1000000` \Rightarrow para 1Mhz

`$crystal=8000000` \Rightarrow para 8Mhz

2.5.1.2 Configuraciones Iniciales

Inicializan un pin o grupo de pines para que realicen una tarea específica.

2.5.1.2.1 Config

Esta instrucción especifica la configuración de un pin, un puerto o un dispositivo, ya que pueden ser configurados como entradas o salida de datos.

Ejemplo:

Config portb = output Declara todo el puerto B como salida

Config pina.0 = input Pin A.0 como entrada

2.5.1.2.2 DDRx, PORTx, PINx

DDR, PORT Y PIN son registros que nos permiten utilizar el puerto como entrada o salida de datos.

DDR: Configura el pin como entrada o salida de datos.

PORT: Es el registro de salida de datos.

Pin: Es el registro de entrada de datos.

A continuación se presenta la tabla 2.2 que muestra las combinaciones, para que los pines funcionen en configuración especial.

DDRx	PORTx	I/O	Pull up	Comentario
0	0	Entrada	No	Tercer estado (Alta impedancia)
0	1	Entrada	Si	
1	0	Salida	No	Salida Push-Pull en Cero
1	1	Salida	No	Salida Push-Pull en Uno

Tabla 2.2: Configuración Especial de Pines

Ejemplo:

Ddrb.0 = 1: Portb.0 = 0: Salida_1 Alias Portb.0 Puerto definido como salida

Ddrd.7 = 0: Portd.7 = 1: Entrada_1 Alias Pind.7 Puerto definido como entrada

Es importante reiterar que cuando se configura un puerto como salida, se debe ocupar la palabra PORT y si se lo configura como entrada se usa la palabra PIN.

2.5.1.2.3 Alias

Sirve para dar un nombre específico a un pin o puerto dentro de un proyecto.

Ejemplo:

Ddrb.0 = 1: Portb.0 = 0: Foco Alias Portb.0 Puerto definido como salida

Foco=1 Lleva a 1 lógico el pin declarado como Foco

2.5.1.3 Tipos de Datos

Los datos en un programa deben ser declarados según el tipo de variable a utilizar, con un criterio lógico para poder igualar o realizar cálculos con dichas variables, evitando que se presenten errores de dimensionamiento.

2.5.1.3.1 Dim

Dimensiona el tipo de variable que se va a utilizar, la tabla 2.3 indica los tipos de variables que puede utilizar Bascom AVR.

TIPO	DIMENSION
Bit	0 - 1
Byte	0 a 255
Word	0 a 65535
Long	-2147483648 a 2147483647
Integer	-32768 a 32767
Single	1.5×10^{-45} a 3.4×10^{38}
String	Cadena de caracteres máximo 254
Double	5.0×10^{324} a 1.7×10^{308}

Tabla 2.3: Tipos de variables

Ejemplo:

Dim Dato_1 As Byte	Declara Dato_1 como byte.
Dim Dato_2(10) As Byte	Declara Dato_2 como una matriz de bytes de 10 elementos.
Dim Dato_3 As String *10	Declara Dato_3 como una String de 10 elementos
Dim Dato_4 As Word At \$100	Declara Dato_4 como una Word ubicados en la dirección 100 de la memoria.
Dim Dato_5 (2) As Byte At \$100 Overlay	Declara Dato_5 en la misma dirección de la memoria de Dato_4.

2.5.1.4 Manipulación de Bits

2.5.1.4.1 *Reset*

Con este comando se lleva un pin del microcontrolador al estado de 0 lógico.

Ejemplo:

Ddrb.0 = 1: Portb.0 = 0: Foco Alias Portb.0

Reset Foco

2.5.1.4.2 *Toggle*

Este comando sirve para complementar el estado anterior de alguna variable o pin de algún puerto.

Ejemplo:

Ddrb.0 = 1: Portb.0 = 0: Foco Alias Portb.0

Foco =1

Toggle Foco Complementa Foco → Foco=0

Toggle Foco Complementa Foco → Foco=1

2.5.1.5 Instrucciones de Uso General

2.5.1.5.1 *Wait*

Esta instrucción permite realizar una pausa, ya sea en segundos, milisegundos y microsegundos respectivamente.

Ejemplo:

Wait 3	Espera 3 segundos
Waitms 700	Espera 700 milisegundos
Waitus 500	Espera 500 microsegundos

2.5.1.5.2 *Incr*

Incrementa el valor de una variable

Ejemplo:

Dim A As byte

Incr A

2.5.1.5.3 *Decr*

Decrementa el valor de una variable

Ejemplo:

Dim A As byte

Decr A

2.5.2 SÍMBOLOS OPERADORES

Dentro de los operadores, pueden utilizarse los matemáticos, de relación y lógicos.

Además se debe tomar en cuenta que BASCOM permite realizar operaciones únicamente con dos variables a la vez. A continuación podremos observar los operadores más comunes.

➤ Operadores Matemáticos

Suma: $a=b+c$ Resta: $a=b-c$

Multiplicación: $a=b*c$ División: $a \text{ MOD } b$

➤ Operadores de relación

= Igual $X=Y$ $<>$ No es igual $X<>Y$

< Menor que $X<y$ > Mayor que $X>Y$

<= Menor Igual $X<=Y$ >= Mayor Igual $X>=Y$

➤ Operadores lógicos

NOT Complemento (Negación) AND Conjunción (Y)

OR Disyunción(O) XOR Or Exclusiva

2.5.2.1 Representación de Lógica Digital

Para la representación de un número binario o hexadecimal, dentro de BASCOM AVR, es necesario anteponer el símbolo "&". En el caso de números decimales, no es necesario anteponer ningún símbolo.

Ejemplo:

Porta= &HC4 Número Hexadecimal

Porta= &b10000011 Número binario

Porta= 396 Número decimal

2.5.3 DECISIÓN Y ESTRUCTURAS

2.5.3.1 Do – Loop

Esta sentencia crea un lazo cerrado, en el cual se ejecuta un conjunto de instrucciones de forma indefinida.

2.5.3.2 If – Them – Else

Son sentencias condicionales, que permiten condicionar la ejecución de instrucciones, basados en la evaluación entre dos o más variables usando los operadores lógicos. (Ver figura 2.24)

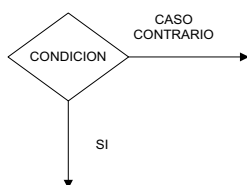


Figura 2.24: Condición Lógica IF-ELSE

2.5.3.3 For – Next

Es una sentencia de repetición, dentro de esta sentencia se ejecutan un grupo de instrucciones hasta que se cumpla la condición que finaliza el lazo, esta condición de fin está dada por una variable que se decrementa o incrementa en pasos previamente establecidos. (Ver figura 2.25)

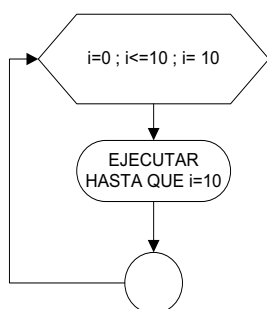


Figura 2.25: Condición de repetición FOR – NEXT

2.5.3.4 Gosub

Esta sentencia obliga al programa a saltar a una subrutina, en donde ejecuta las instrucciones definidas para luego regresar y continuar con el programa.

Ejemplo:

Do

 Gosub Incrementar

 Loop

Incrementar:

A=A+1

If A > 50 And A < 60 Then Goto No_ejecutar

B=B+5

No_ejecutar:

Return Esta sentencia determina el fin de la subrutina

2.5.4 DIAGRAMA DE FLUJO

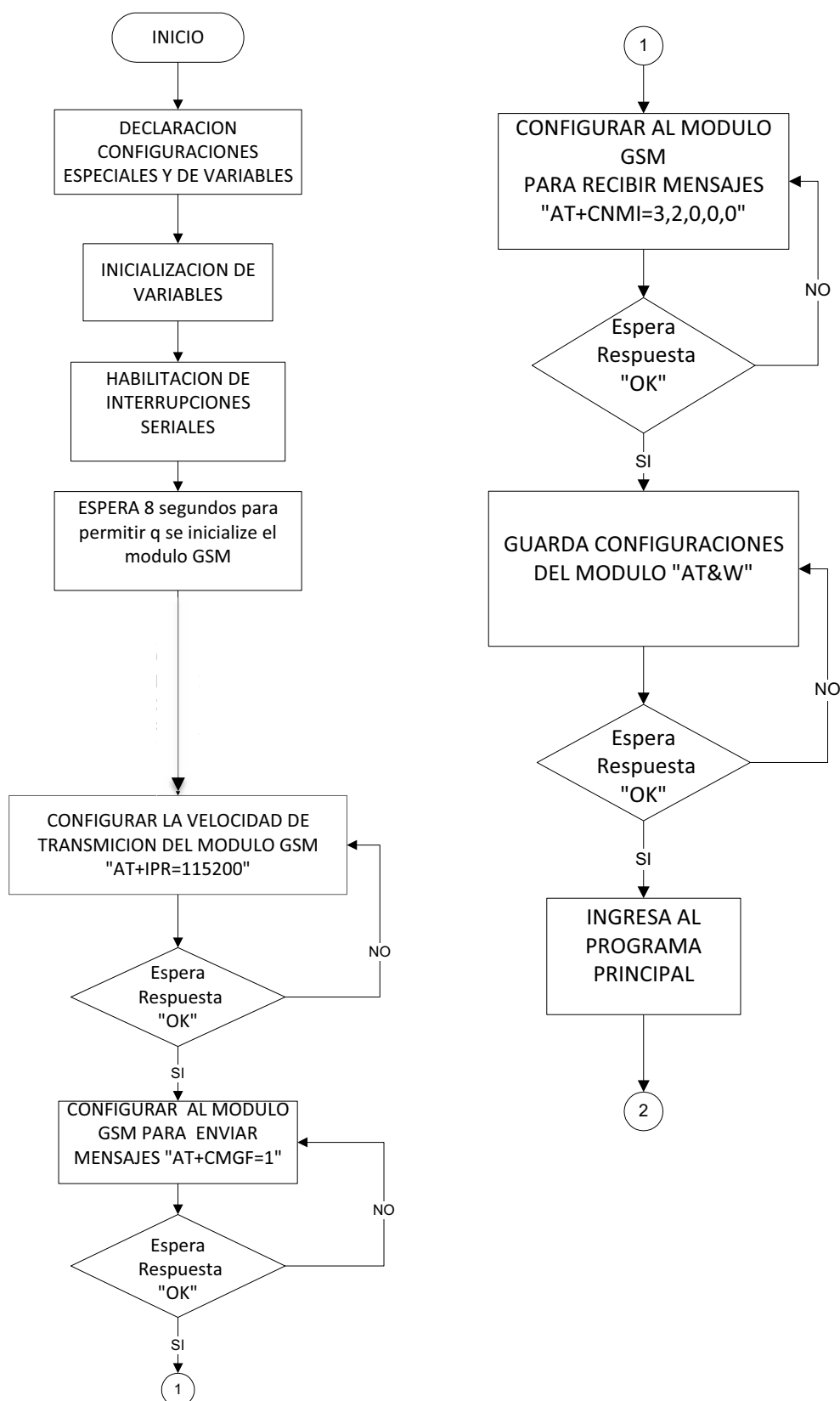
2.5.4.1 Diagrama de flujo del circuito

El proceso a seguir en la programación del microcontrolador ATMEGA 164P, es el siguiente:

En el microcontrolador ATMEGA 164P se encuentra la programación principal, la cual consta de la obtención de datos de los sensores, configuración y comunicación con el módulo GSM y envío de datos SMS.

En este microcontrolador también se configura las interrupciones externas del Puerto COM1 para el módulo de recepción a una velocidad de 9600 bps y el

Puerto COM2 para el modem GSM a una velocidad 115200 bps, de acuerdo a los requerimientos del programa. Dentro de las subrutinas se desarrolla todo el programa cuando éstas sean requeridas, las subrutinas van a ser detalladas posteriormente. La figura 2.26 detalla el diagrama de flujo del circuito de alarma.



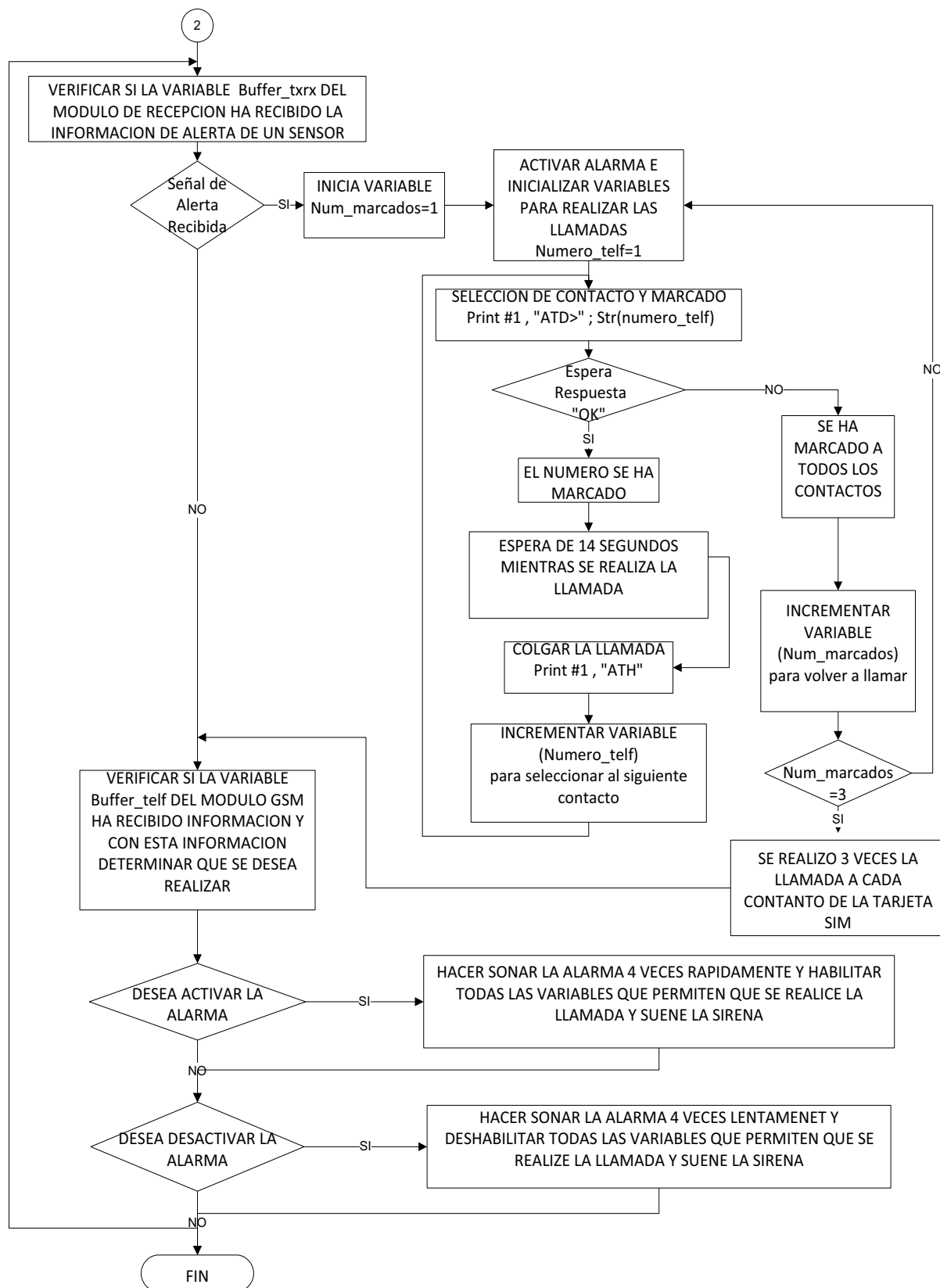


Figura 2.26: Esquema de diagrama de flujo del circuito

2.5.5 PROGRAMA DEL SISTEMA

Utilizando el programa BASCOM-AVR, se realizó la programación del microcontrolador ATMEGA 164p.

Para configurar el microcontrolador a programar, se uso las instrucciones que nos permiten indicar el modelo del micro, la frecuencia del cristal y la velocidad de transmisión, entonces tenemos lo siguiente:

Declaración de configuraciones iniciales

```
$regfile = "m164pdef.dat"
$crystal = 20000000
$baud = 9600
$baud1 = 115200
```

Configuración de puertos

```
Config Com1 = Dummy, Synchron = 0 , Parity = None , Stopbits = 1 , Databits =
8 , Clockpol = 0
Config Com2 = Dummy, Synchron = 0 , Parity = None , Stopbits = 1 , Databits =
8 , Clockpol = 0
Open "com2:115200,8,n,1" For Binary As #1
```

Configuración de pines

ENTRADAS ALARMA OFF

Ddra.1 = 0 : Porta.1 = 1 : Alarma_off Alias Pina.1

SALIDAS

Ddra.0 = 1 : Porta.0 = 0 : Sirena Alias Porta.0

Ddrb.1 = 1 : Portb.1 = 1 : Led_iniciar Alias Portb.1

Ddrb.2 = 1 : Portb.2 = 1 : Led_marcando Alias Portb.2

Ddrb.3 = 1 : Portb.3 = 1 : Led_llamando Alias Portb.3

Ddrb.4 = 1 : Portb.4 = 1 : Led_colgando Alias Portb.4

Declaración de constantes

```

Const Buffer_size_telf = 61
Const Buffer_size_rtx = 20
Const Seg_marcado = 14
Const Numero_llamadas = 3
DimCodigo_sensor As String * 3
Codigo_sensor = "ööö"

```

Configuración de la velocidad de transmisión

```

Do
Print #1 , "AT+IPR=115200" ; Chr (13)
Gosub Confirmacion_mod_telf
Loop Until Modulo_respuesta > 0
Modulo_respuesta = 0 : Cont_telf = 0 : Buffer_telf = ""
CONFIGURACION PARA ENVIO DE MENSAJE
Do
Print #1 , "AT+CMGF=1" ; Chr(13)
Gosub Confirmacion_mod_telf
Loop Until Modulo_respuesta > 0
Modulo_respuesta = 0 : Cont_telf = 0 : Buffer_telf = ""

```

Configuración para recibir mensaje y enviarlo al puerto serial

```

Do
Print #1 , "AT+CNMI=3,2,0,0,0" ; Chr(13)
Gosub Confirmacion_mod_telf
Loop Until Modulo_respuesta > 0
Modulo_respuesta = 0 : Cont_telf = 0 : Buffer_telf = ""
Guarda Configuraciones Realizadas
Do
Print #1 , "AT&W" ; Chr(13)

```

Gosub Confirmacion_mod_telf

Loop Until Modulo_respuesta > 0

-
-
-

El programa completo se encuentra detallado en el ANEXO E.

CAPÍTULO III

COMPROBACIÓN, PRUEBAS Y RESULTADOS

3.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se indica la instalación de los distintos dispositivos electrónicos tales como: sensores, sirena, y central del sistema, en la Iglesia Renuevo de Sangolquí. Seguidamente procedemos a la comprobación, pruebas de funcionamiento y resultados del sistema de alarma instalado.

3.2 INSTALACIÓN DE SENSORES DE PRESENCIA

Se instaló 4 sensores de presencia en lugares estratégicos de las instalaciones de la Iglesia, específicamente en lugares altos y para que cubran la mayor área posible. Para la instalación se necesitó tornillos, taladro y tacos Fisher, como en este caso son sensores inalámbricos no hizo falta cableado (Ver figura 3.1).

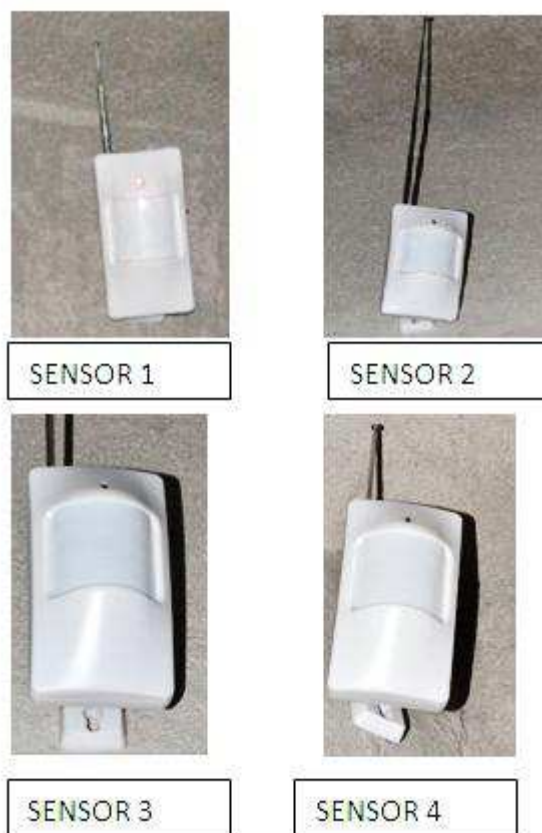


Figura 3.1: Sensores de presencia

3.3 INSTALACIÓN DE SENSORES MAGNÉTICOS

Se instaló dos sensores magnéticos (Ver figura 3.2) uno en la puerta principal de entrada y otro en la puerta posterior, el sensor magnético esta compuesto por dos partes: el transmisor y el imán, estos dos elementos deben colocarse el uno en la puerta y el otro en el marco de la misma, de tal modo que al abrirse, se separan los dos elementos y se activa la alarma.

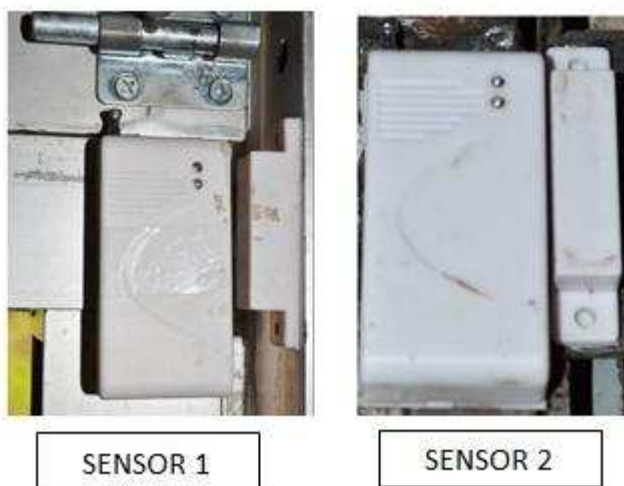


Figura 3.2 Sensores Magnéticos

3.4 INSTALACIÓN DE LA SIRENA

La sirena se colocó en la parte exterior de la Iglesia con el objetivo de alertar a los vecinos más próximos (Ver figura 3.3).



Figura 3.3: Sirena

3.5 INSTALACIÓN DE LA UNIDAD CENTRAL DEL SISTEMA

La unidad central del sistema se instaló en un lugar seguro, y ha una altura prudente, tanto la caja del circuito como el modem GSM se colocaron en un solo tablero. (Ver figura 3.4)



Figura 3.4: Sistema apagado y Sistema funcionando

3.6 COMPROBACIÓN Y PRUEBAS

Para las pruebas de funcionamiento se enciende el sistema, el mismo que por defecto se activa y se comprueba una condición del programa realizado en BASCOM. Para desactivar enviamos el respectivo mensaje y comprobamos su recepción por el sonido que emite el sistema, de igual forma enviamos el mensaje de activación y comprobamos su recepción por el sonido que emite.

En las siguientes fotografías se observa la comprobación de funcionamiento del circuito de la alarma, mediante el encendido de leds.

3.6.1 LED NARANJA ENCENDIDO

Al encenderse el led naranja (Ver figura 3.5) nos indica que se esta inicializando el microcontrolador y cuando este mismo led a titilado 4 veces seguidas indica que se ha pasado a programa principal.

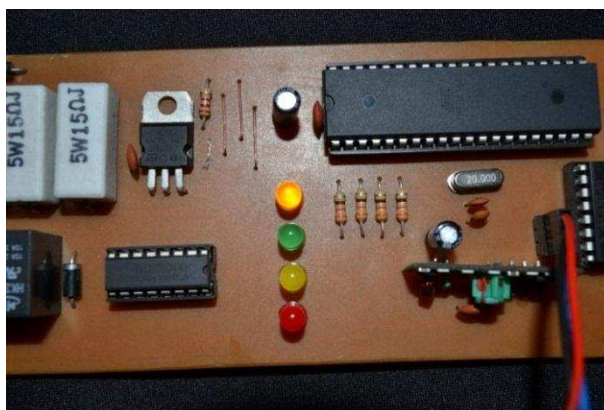


Figura3.5: Led naranja encendido

3.6.2 LED VERDE ENCENDIDO

Cuando se enciende el led verde (Ver figura 3.6) nos indica que el circuito de la alarma ha detectado una señal de alguno de los sensores inalámbricos y se envía una señal al modem para que comience realizar las llamadas telefónicas a los números que se encuentran guardados dentro de su tarjeta SIM.

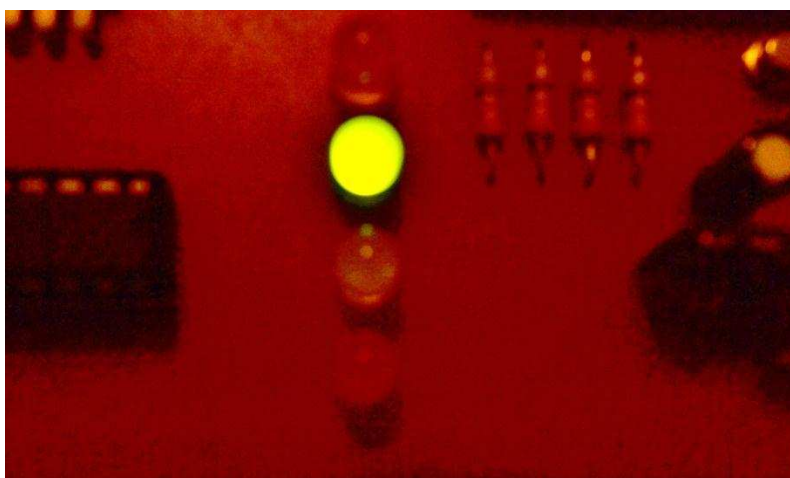


Figura 3.6: Led verde encendido

3.6.3 LED AMARILLO ENCENDIDO

El led amarillo (Ver figura 3.7) titila para indicarnos que esta transcurriendo un tiempo de 14 segundos entre intervalo de llamadas.

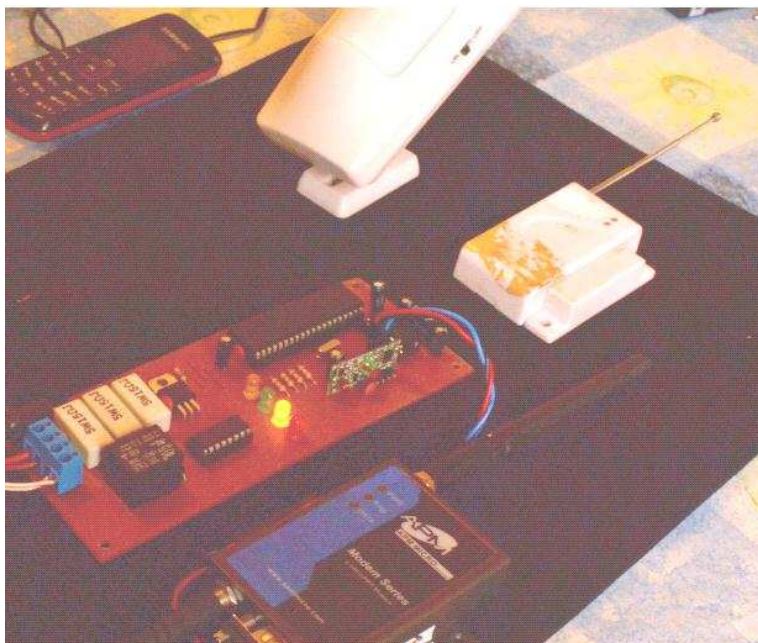


Figura 3.7: Led amarillo encendido

3.6.4 LED ROJO ENCENDIDO

Finalmente el led rojo (Ver figura 3.8) se enciende para indicarnos que ha colgado la llamada y vuelve a llamar al siguiente contacto.

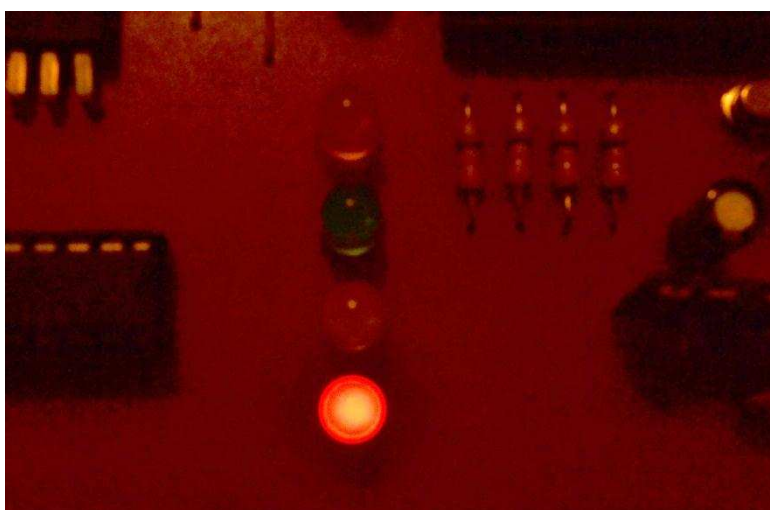


Figura 3.8: Led rojo encendido

3.7 RESULTADOS

En las fotografías que se presentan a continuación observamos los resultados del programa realizado en BASCON con respecto a las llamadas telefónicas.

Cuando alguno de los sensores inalámbricos (Ver figura 3.9) ha detectado un intruso, estos envían una señal al receptor RF, este a su vez transmite la información al circuito de la alarma para que se realice las respectivas llamadas y simultáneamente se active la sirena.



Figura 3.9: Sensor PIR y Sensor Magnético

Como resultado de la activación del sistema obtenemos la recepción de 3 llamadas a los números celulares que se encontraban registrados en la tarjeta SIM del Modem GSM. A continuación presentamos las fotografías del teléfono 1 (Ver figura 3.10) y del teléfono 2 (Ver figura 3.11) en el momento que recibían las llamadas.



Figura 3.10: Teléfono 1



Figura 3.11: Teléfono 2

Además, es importante mencionar que en una de las pruebas realizadas, se observó que uno de los teléfonos celulares no recibía la llamada y el otro sí, pero esto no debe preocuparnos, porque al estar por lo menos uno de los contactos enterado, este se encontrara realizando alguna acción al respecto.

CONCLUSIONES

- La comunicación entre el microcontrolador y el modem GSM se facilita por la utilización de los comandos AT.
- Los comandos AT necesarios para la configuración del módem pueden incluir comandos generales y propios del fabricante.
- Las instrucciones de programación de los microcontroladores de la familia de los AVR y el compilador Bascom proporcionan mayor facilidad en la programación.
- Es necesario colocar un diodo en paralelo a la bobina del relé y en polarización inversa (Diodo de libre retorno) para que “consume” la corriente que “almacena” la bobina al circuito cuando se energiza y de esa manera no produzca fallas (reseteo) en el circuito.
- El tráfico de la red GSM de la operadora influye en la velocidad de transmisión de los mensajes de texto.
- El modem GSM 3006 es cuatribanda, es decir que puede trabajar en cuatro bandas diferentes, además el modem funciona perfectamente con cualquiera de las 3 operadoras telefónicas existentes en el país, tales como CLARO, MOVISTAR y CNT.
- El sistema de alarma de este proyecto, es una buena alternativa para los usuarios que no están en la capacidad de pagar valores demasiado costosos por el monitoreo de su bien inmueble, en el que es imprescindible un operador.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda revisar periódicamente el saldo que se dispone en el MODEM GSM, ya que las llamadas que realiza son importantes para el monitoreo del sistema de alarma.
- Se recomienda al usuario familiarizarse con los comandos SMS que acepta el Modem GSM y en lo posible memorizarlos ya que se puede enviar los comandos de activación desde cualquier teléfono móvil disponible.
- Hay que considerar que el funcionamiento de un sensor PIR se ve afectado por la distribución de temperaturas en un lugar, por lo tanto es recomendable no colocar los sensores PIR donde hayan corrientes de aire bruscas que puedan activarlo y se produzcan falsas alarmas.
- Se recomienda mantener el área donde se encuentra instalado el sistema de alarma en optimas condiciones de acceso, limpieza iluminación y ventilación necesarias a fin de precautelar el buen funcionamiento del mismo.
- En el caso de que se requiera adicionar nuevos contactos en la tarjeta SIM del modem GSM, es recomendable borrar todos los contactos existentes y volver a grabar todos nuevamente incluyendo el nuevo contacto.
- Se recomienda tener un mínimo de 2 contactos guardados en la tarjeta SIM del modulo GSM, pues en el caso de que no llegue la llamada a uno de ellos el otro puede realizar alguna acción al respecto.

BIBLIOGRAFÍA

- [1]<http://bluehack.elhacker.net/proyectos/comandosat/comandosat.html>
- [2]http://www.zator.com/Hardware/H2_5_1.htm
- [3]http://es.wikipedia.org/wiki/Tarjeta_SIM
- [4]http://www.taringa.net/posts/998020/Como-funciona-la-red-movil--GSM_.html
- [5]<http://blogalarmas.com/ventajas-desventajas-sistemas-alarmas-inalambricos-o-wireless/>
- [6]http://www.lealsistemas.com.ar/alarmas/sensores_y_detectores_de_intrusion.php
- [7]<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4369/1/M-ESPEL-0034.pdf>
- [8]http://ceres.ugr.es/~alumnos/c_avila/gsm23.htm
- [9]<http://www.alarmas-monitoreo.com.ar/v-componentes.htm>
- [10]http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/bazan_h_ja/capitulo0.pdf
- [11] <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4369/1/M-ESPEL-0034.pdf>
- [12][http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2156/1/CD-1476_\(2008-05-26-02-29-03\).pdf](http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2156/1/CD-1476_(2008-05-26-02-29-03).pdf)
- [13]Manual de usuario Modem ZT 3006
- [14]Manual de comandos AT para Módems de la corporación ZTE ME3000
- [15]Manual de Usuario de Forwell wireless GPRS DTU

ANEXOS

ANEXO A: DATOS TÉCNICOS ATMEGA 164P

ANEXO B: DATOS TÉCNICOS MÓDEM GSM 3006

ANEXO C: DATOS TÉCNICOS REGULADOR LM 7805

ANEXO D: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SENSOR PIR

ANEXO E: PROGRAMA DEL MICROCONTROLADOR

ANEXO F: COSTO DEL PROYECTO

ANEXO A
DATOS TÉCNICOS ATMEGA 164P



**8-bit AVR[®]
Microcontroller
with 16/32/64K
Bytes In-System
Programmable
Flash**

**ATmega164P/V
ATmega324P/V
ATmega644P/V**

Características:

- ❖ **Microcontrolador AVR de 8 bits de alto rendimiento y bajo consumo.**
- ❖ **Arquitectura Avanzada RISC**
 - 131 instrucciones. La mayoría de un solo ciclo de reloj de ejecución.
 - 32 registros de trabajo de 8 bits para propósito general.
 - Funcionamiento estático total.
 - Capacidad de procesamiento de unos 20 MIPS a 20 MHz.
 - Multiplicador por hardware de 2 ciclos
- ❖ **Memorias de programa y de datos no volátiles de alta duración**
 - 16/32/44 K bytes de FLASH auto programable en sistema
 - 512B/1K/2K bytes de EEPROM
 - 1/2/4K bytes de SRAM Interna
 - Ciclos de escritura/borrado: 10.000 en Flash / 100.000 en EEPROM

- Retención de Datos: 20 años a 85°C / 100 años a 25°C
- Sección opcional de código Boot con bits de bloqueo independientes. Programación en sistema del programa Boot que se encuentra dentro del mismo chip. Operación de lectura durante la escritura.
- Bloqueo programable para la seguridad del software.

❖ **Interfase JTAG**

- Capacidades de Boundary Scan de acuerdo con el estándar JTAG
- Soporte Extendido Debug dentro del chip
- Programación de FLASH, EEPROM, fusibles y bits de bloqueo a través de la interfase JTAG.

❖ **Características de los periféricos**

- Dos Timer/Contadores de 8 bits con prescalamiento separado y modo comparación.
- Un Timer/Contador de 16 bits con prescalamiento separado, modo comparación y modo de captura.
- Contador en Tiempo Real con Oscilador separado
- 6 Canales para PWM
- ADC de 10 bits y 8 canales
 - Modo Diferencial con ganancia seleccionable a x1, x10 o x200.
- Interfase serie de dos hilos con byte orientado.
- Dos puertos Seriales USART Programables
- Interfaz Serial SPI maestro-esclavo
- Watchdog Timer programable con oscilador independiente, dentro del mismo chip.
- Comparador Analógico dentro del mismo Chip
- **Interrupt and Wake-up on Pin Change**

❖ **Características especiales del microcontrolador**

- Power-on Reset (en el encendido) y detección de Brown-out (pérdida de polarización) programable.
- Oscilador RC interno calibrado.
- Fuentes de interrupción externas e internas.
- 6 modos de descanso: Idle, Reducción de Ruido ADC, Power-save, Power-down, Standby y Standby extendido.

❖ **Encapsulados para Entradas/Salidas (E/S)**

- 32 líneas de E/S programables.
- PDIP de 40 pines, TQFP y QFN/MLF de 44 pines.

❖ **Voltajes de Operación**

- 1.8 - 5.5V para el ATMEGA 164P/324P/644PV
- 2.7 - 5.5V para el ATMEGA 164P/324P/644P

❖ **Velocidad de Funcionamiento**

- ATMEGA 164P/324P/644PV: 0 - 4MHz @ 1.8 - 5.5V - 10MHz @ 2.7 - 5.5V

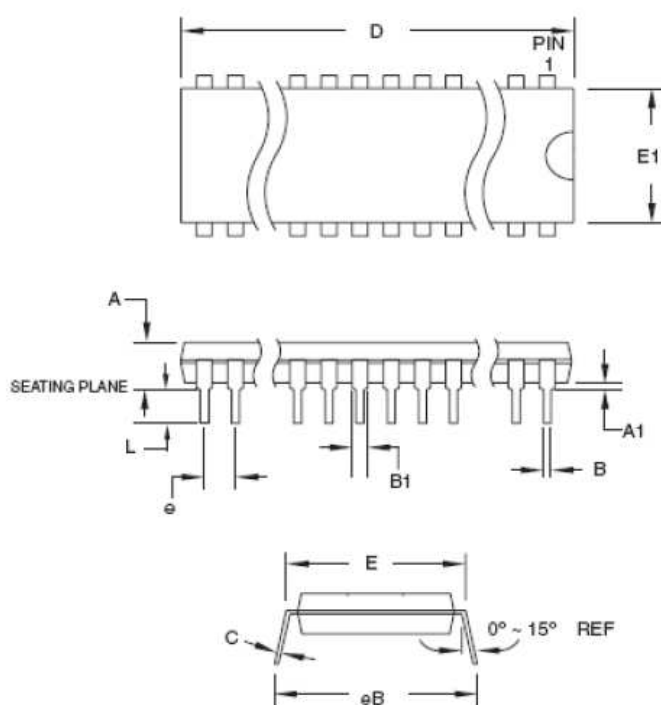
- ATMEGA 164P/324P/644PV: 0 - 10MHz @ 2.7 - 5.5V - 20MHz @ 4.5 - 5.5V

❖ **Consumo de energía a 1MHz, 1.8V, 25°C para el ATMEGA 164P/324P/644P**

- Activo: 0.4mA

- Modo Power-down: 0.1uA

- Modo Power-Save: 0.6uA (Incluye RTC de 32 KHz)




Notes: 1. This package conforms to JEDEC reference MS-011, Variation AC.
2. Dimensions D and E1 do not include mold Flash or Protrusion.
Mold Flash or Protrusion shall not exceed 0.25 mm (0.010").

COMMON DIMENSIONS
(Unit of Measure = mm)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	-	-	4.826	
A1	0.381	-	-	
D	52.070	-	52.578	Note 2
E	15.240	-	15.875	
E1	13.462	-	13.970	Note 2
B	0.356	-	0.559	
B1	1.041	-	1.651	
L	3.048	-	3.556	
C	0.203	-	0.381	
eB	15.494	-	17.526	
e	2.540 TYP			

09/28/01

 2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131

TITLE
40P6, 40-lead (0.600"/15.24 mm Wide) Plastic Dual
Inline Package (PDIP)

DRAWING NO.	REV.
40P6	B

ANEXO B
DATOS TÉCNICOS MÓDEM GSM 3006

2.3 Specification

D12S211& D12Z111& D12H111 Radio Frequency

采用 GSM phase 2/2+标准

GSM (EGSM) 900MHz

DCS (GSM) 1800MHz

Output power: Class 4 (2 W) at EGSM900 Class 1 (1 W) atDCS1800

D13Z311& D13Z811& D13H221 Radio Frequency

TIA/EIA-95B, CDMA2000 1X

Band class 0: 800MHz

Band class 1: (USPCS 1900MHz)

Transmitting Frequency Range: 824.64MHz~848.37MHz

Receiving Frequency Range: 869.94MHz~893.37MHz。

Sensitivity>-104DB

D12S211 Power consumption:

Speech mode: 300mA

Sleep mode: 3.5mA

Power down : 50μA

GPRS Modem average: 360mA

D12Z111 Power consumption:

Speech mode: 250mA

Sleep mode: 4.0mA

Power down: 100mA

D12H111 Power consumption:

Speech mode: 250mA

Sleep mode: 3.8mA

Power down: 100mA

D13Z311 Power consumption:

Idle mode: 70mA

Data transfer status: 300~400mA

D13Z811 Power consumption:

Sleep mode: 70mA

Idle mode: 5.0mA

Data transfer status: 300~400mA

D13H221 Power consumption:

Speech mode: 250mA

Sleep mode: 4.0mA

Power down: 100mA

Dimension

Interface: RS-232/485/TTL DB9

antenna: 50ohm/SMA/Female

input voltage: 5~25V (9V)

Operating voltage of SIM card: 3V/1.8V

Max speed rate of CSD: 14.4KBPS

Module reset: AT commands

Voice decode standards(three kinds of rate):

Half-speed (ETS 06.20)

Full-speed (ETS 06.10)

Enhanced full-speed (ETS06.50/06.60/06.80)

Volume: 75*50/72*16mm

weight: 200g

Environment

Ambient temperature: -20oC to +60oC

Storage temperature: -30°C~85°C。

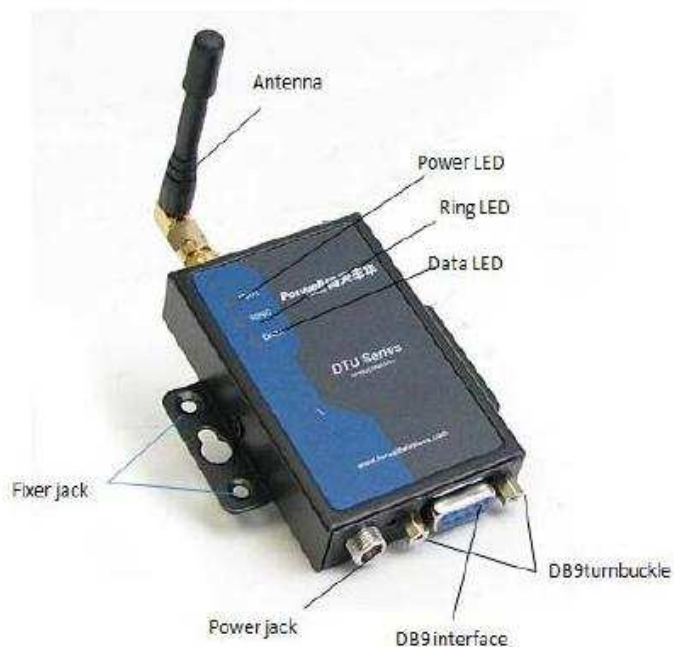
humidity: ≤90%

Electromagnetic Compatible

Electrostatic Discharge (ESD): 3 classes

Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test: 3 class

3.1 Panel introduction



Note: About Hardware description ,please according to following file
M1_Modem_DTU_Hardware_Description_V600R.doc

3.2 The LED state

In order to check the module working state. Our product have three Led, pwr LED is power state, Ring LED is Ring state, Data LED is Data state.

	PWR	Ring	Data
Start-up	Lights up 3s, flashing 0.5s,wink 0.5s ,lights up0.5s	wink	Lights up 0.5s
Logon network	flashing	wink	flashing
Sleep state	Lights up 0.5s, wink 0.5s	wink	wink
date Transfer	Lights up 0.5s, wink 0.5s	wink	flashing

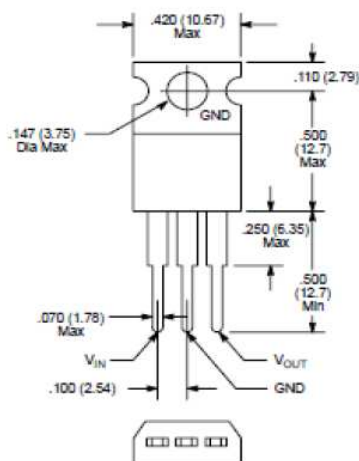
ANEXO C
DATOS TÉCNICOS REGULADOR LM 7805

Electrical Characteristics: ($V_{in} = 10V$, $I_O = 500mA$, $T_J = 0^\circ$ to $+125^\circ C$ unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^\circ C$	4.8	5.0	5.2	V	
		$5mA \leq I_O \leq 1A$, $P_O \leq 15W$, $7V \leq V_{in} \leq 20V$	4.75	5.0	5.25	V	
Line Regulation	Reg_{line}	$T_J = +25^\circ C$, Note 1	$7V \leq V_{in} \leq 25V$	-	7	100	mV
			$8V \leq V_{in} \leq 12V$	-	2	50	mV
Load Regulation	Reg_{load}	$T_J = +25^\circ C$, Note 1	$5mA \leq I_O \leq 1.5A$	-	40	100	mV
			$250mA \leq I_O \leq 750mA$	-	15	50	mV

Note 1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Parameter	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Quiescent Current	I_B	$T_J = +25^\circ C$	-	4.3	8.0	mA
Quiescent Current Change	ΔI_B	$7V \leq V_{in} \leq 25V$	-	-	1.3	mA
		$5mA \leq I_O \leq 1A$	-	-	0.5	mA
Ripple Rejection	RR	$8V \leq V_{in} \leq 18V$, $f = 120Hz$	-	68	-	dB
Dropout Voltage	$V_{in} - V_O$	$T_J = +25^\circ C$, $I_O = 1A$	-	2	-	V
Output Noise Voltage	V_n	$T_A = +25^\circ C$, $10Hz \leq f \leq 100kHz$	-	10	-	$\mu V/V_O$
Output Resistance	r_O	$f = 1kHz$	-	17	-	$m\Omega$
Short-Circuit Current Limit	I_{sc}	$T_A = +25^\circ C$, $V_{in} = 35V$	-	0.2	-	A
Peak Output Current	I_{max}	$T_J = +25^\circ C$	-	2.2	-	A
Average Temperature Coefficient of Output Voltage	TCV_O		-	-1.1	-	$mV/^\circ C$



ANEXO D
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SENSOR PIR

Wireless wide angle PIR Detector

PIR Detector is for indoor application. Detection range, sensitivity, and false alarm are decided by the installation location. The following are strongly recommend for selecting location and installing the system.

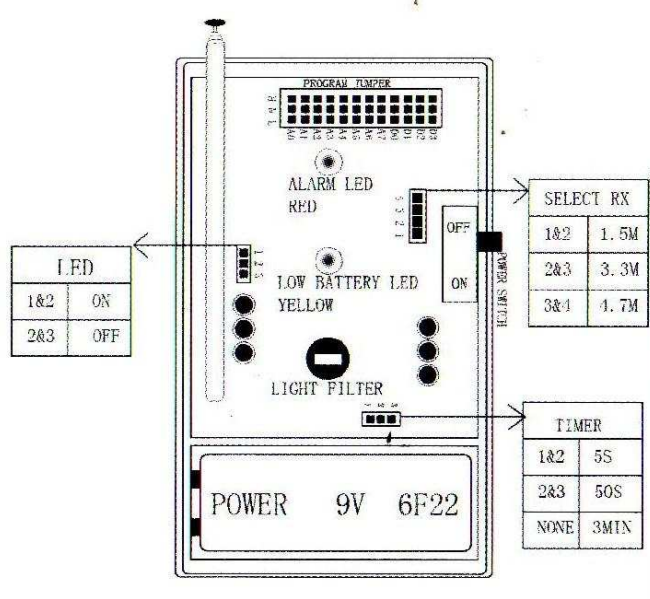
I. Installation

First install battery

Then fix the bracket of detector to the wall with screw and mount the detector. The idea height recommended of about 2.1m , and keep the tedector face downward with an included angle of $6^{\circ} \sim 12^{\circ}$ against the wall .

To avoid false alarms and maintain a normal working condition,keep the detector away from air-conditioner,electrical fan>window or other objects such as refrigerator, oven, etc. which may bring on the change of temperature. Do not aim at heat sources ; do not expose to air drafts ; do not install outdoors; mount on solid, stable surfaces of wall ; prevent direct sunlight from reaching the detector .

Detector if most sensitive to the cross motion, therefore the detection direction of detector and the protected passage (route way) should form a certain angle as shown in Figure2.

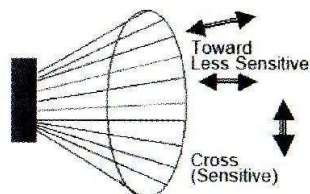


II. Low power indication

When the Low power LED turns into yellow and keep on, it means the battery within the detector is weak and must be replaced . The detector will stop emitting signals.

NOTE:

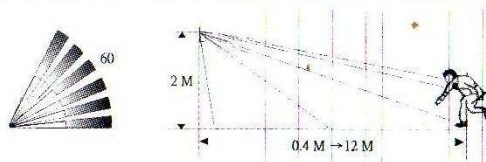
(1)Sensitivity of heat detection is decided by the direction of the moving object. If the object is moving towards to the lens of the console, sensitivity of heat detection will be less accurate than moving cross the zone. Shown as F-1



F-1

(2)System should face potential cross passage of moving object.

(3)Recommended height for installation is 2.0~2.2 meters to cover maximal detection area shown as F-2.



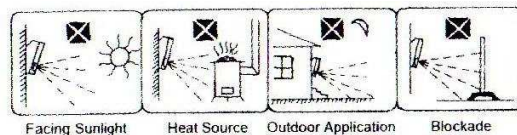
F-2

(4)Console should keep away from air-conditioner, refrigerator, heater, gas burner, or some other heat radiation source, which will affect detection sensitivity and cause false alarm.

(5)Console lens should not be blocked by blockades such as shield, plants, or other furniture.

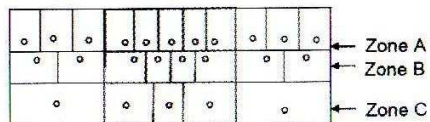
(6)Console should avoid facing window directly, which outdoor air flow or other moving object will cause false alarm. Before arming the system, pull curtain or blind to cover the window for better performance.

Console should avoid the location of high density RF, heat radiation, or strong air flow.



F-3

III. About Heat Detection

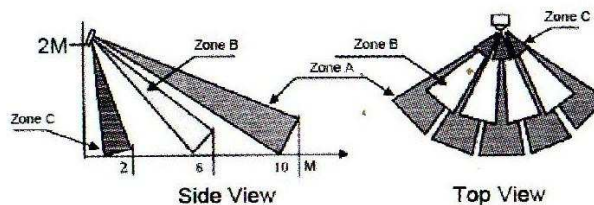


Multi-Zone Lens

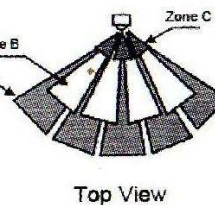
F-4

Face, elbow, and arm have stronger heat radiation than lower portion of human body. If location is higher than a human height, console should adjust downward to keep zone A of lens in function. If location is lower than human height, no adjustment is needed.

F-5 and F-6 indicate how the detection zones distribute and range; they are measured under conditions of installation at 2 meters high, angle 6° downward, and the moving object is over 1 meter tall with heat radiation.



F-5



F-6

IV. Specifications of PIR Detector

Provinces Voltage: 9V (6F22)

Provinces Current: $\leq 120\mu\text{A}$ (Quiescent);
 $\leq 20\text{MA}$ (Dynamic)

Sensor: Dual-element PIR Sensor

Coverage: 6-8 meters length, 100° (F-1)

Installation Height: Around 2.1 meters (recommended)

Transmit distance from host: $\geq 80\text{m}$ (no obstacle, pull out the antenna wholly)

Wireless Encoding: 2262 / 1527 Encoding

Wireless Frequency: 433/315 MHZ

Operation Temperature: $-10^\circ\text{C} \sim +50^\circ\text{C}$

Operation Humidity: 5% ~ 95%

ANEXO E
PROGRAMA DEL MICROCONTROLADOR

```
$regfile = "m164pdef.dat"
$crystal = 20000000
```

```
$baud = 9600
$baud1 = 115200
```

```
Config Com1 = Dummy , Synchronone = 0 , Parity = None , Stopbits = 1 , Databits =
8 , Clockpol = 0
Config Com2 = Dummy , Synchronone = 0 , Parity = None , Stopbits = 1 , Databits =
8 , Clockpol = 0
```

```
Open "com2:115200,8,n,1" For Binary As #1
```

```
'ENTRADAS ALARMA OFF
```

```
DDRA.1 = 0 : Porta.1 = 1 : Alarma_off Alias Pina.1
```

```
'SALIDAS
```

```
DDRA.0 = 1 : Porta.0 = 0 : Sirena Alias Porta.0
```

```
DDRB.1 = 1 : Portb.1 = 1 : Led_iniciar Alias Portb.1
```

```
DDRB.2 = 1 : Portb.2 = 1 : Led_marcando Alias Portb.2
```

```
DDRB.3 = 1 : Portb.3 = 1 : Led_llamando Alias Portb.3
```

```
DDRB.4 = 1 : Portb.4 = 1 : Led_colgando Alias Portb.4
```

```
Const Buffer_size_telf = 61
```

```
Const Buffer_size_rtx = 20
```

```
Const Seg_marcado = 14
```

```
Const Numero_llamadas = 3
```

```
Dim Buffer_trx As String * Buffer_size_rtx
```

```
Dim Buffer_telf As String * Buffer_size_telf
```

```
Dim Band_activacion As Bit
```

```
Dim Chekea_entrada_sensor As Bit
```

```
Dim Band_marcas_telf As Bit
```

```
Dim Band_colgar_telf As Bit
```

```
Dim Band_led_toogle As Bit
```

```
Dim Contar_segundos As Byte
```

```
Dim Esperar_segundos As Byte
```

```
Dim Contador As Byte
```

```
Dim Cont_rtx As Byte
```

```
Dim Cont_telf As Byte
```

```
Dim Msj_activa As Byte
```

```
Dim Msj_desactiva As Byte
```

```
Dim Modulo_respuesta As Byte
```

```
Dim Mod_res_error As Byte
```

```
Dim Num_marcados As Byte
```

```
'Mensajes que envía el modulo RF
Dim Msj_al_armada As Byte
Dim Codigo_sensor As String * 3
Codigo_sensor = "ööö"
```

```
Dim Numero_telf As Byte
```

```
Msj_activa = 0
Msj_desactiva = 0
Cont_rtx = 0
Buffer_trx = "" :
Band_marcar_telf = 0
Contar_segundos = 0
Esperar_segundos = 0
Chekea_entrada_sensor = 0
Sirena = 0
Contador = 0
Band_led_toggle = 0
```

```
'Habilita Interrupción SERIAL que guardara los datos recibidos del modulo de
recepción
On Urxc Recepcion_rx
Enable Urxc
```

```
'Habilita Interrupción SERIAL que guardara los datos recibidos del modulo de
GSM
On Urxc1 Modulo
Enable Urxc1
```

```
Enable Interrupts
```

```
Waitms 500 : Led_marcando = 0 : Led_llamando = 0 : Led_colgando = 0
```

```
'TIEMPO DE ESPERA HASTA QUE SE INICIALIZE EL MODULO GSM
```

```
Do
    Incr Contador
    Toggle Band_led_toggle
    Led_iniciar = Band_led_toggle
    Waitms 500
Loop Until Contador > 16
Modulo_respuesta = 0 : Cont_telf = 0 : Buffer_telf = "" : Contador =
```

```
'CONFIGURAR VELOCIDAD DE TRANSMISION
```

```
Do
    Print #1 , "AT+IPR=115200" ; Chr(13)
    Gosub Confirmacion_mod_telf
Loop Until Modulo_respuesta > 0
```

```

Modulo_respuesta = 0 : Cont_telf = 0 : Buffer_telf = ""

'CONFIGURAR PARA ENVIAR MENSAJE
Do
  Print #1 , "AT+CMGF=1" ; Chr(13)
  Gosub Confirmacion_mod_telf
Loop Until Modulo_respuesta > 0
Modulo_respuesta = 0 : Cont_telf = 0 : Buffer_telf = ""

'CONFIGURAR PARA RECIBIR MENSAJE Y ENVIARLO AL PUERTO SERIAL
Do
  Print #1 , "AT+CNMI=3,2,0,0,0" ; Chr(13)
  Gosub Confirmacion_mod_telf
Loop Until Modulo_respuesta > 0
Modulo_respuesta = 0 : Cont_telf = 0 : Buffer_telf = ""

'Guarda Configuraciones Realizadas
Do
  Print #1 , "AT&W" ; Chr(13)
  Gosub Confirmacion_mod_telf
Loop Until Modulo_respuesta > 0

'PRESENTA DESTELLO QUE CONFIRMA INGRESO A PROGRAMA
  PRINCIPAL
For Contador = 1 To 4
  Led_iniciar = 1 : Waitms 100
  Led_iniciar = 0 : Waitms 100
Next Contador

Gosub Colgado_telefonico

Modulo_respuesta = 0 : Cont_telf = 0 : Buffer_telf = ""
Chekea_entrada_sensor = 1
Band_activacion = 1

Do

  If Buffer_ttrx <> "" And Cont_rtx > 18 And Chekea_entrada_sensor = 1
    And Band_activacion = 1 Then      'Buffer_size_rtx-2

    Waitms 1

    Msj_al_armada = Instr(1 , Buffer_ttrx , Codigo_sensor )

    If Msj_al_armada > 0 Then
      Sirena = 1
      Band_marcar_telf = 1
      Contar_segundos = 0
      Chekea_entrada_sensor = 0

```

```
Num_marcados = 0  
Numero_telf = 1
```

```
End If
```

```
Cont_rtx = 0 : Buffer_trrx = ""
```

```
End If
```

```
Gosub Subrutina_llamada
```

```
If Buffer_telf <> "" And Cont_telf > 55 Then
```

```
    Waitms 100
```

```
    Msj_activa = Instr(1, Buffer_telf, "on")  
    Msj_desactiva = Instr(1, Buffer_telf, "off")
```

```
    If Msj_activa > 0 And Msj_desactiva = 0 Then
```

```
        Sirena = 0  
        Band_activacion = 1
```

```
        Esperar_segundos = 0  
        Contar_segundos = 0  
        Band_colgar_telf = 0  
        Chekea_entrada_sensor = 1  
        Numero_telf = 1  
        Num_marcados = 0  
        Gosub Colgado_telefonico
```

```
        For Contador = 1 To 4  
            Sirena = 1 : Waitms 100  
            Sirena = 0 : Waitms 100  
        Next Contador  
    End If
```

```
    If Msj_desactiva > 0 And Msj_activa = 0 Then  
        Gosub Desactiva_alarma  
    End If
```

```
    Cont_telf = 0 : Buffer_telf = ""
```

```
End If
```

```
If Alarma_off = 0 Then  
    Gosub Desactiva_alarma  
End If
```

Loop

Subrutina_llamada:

If Band_marcar_telf = 1 Then

Led_llamando = 0 : Led_colgando = 0 : Led_marcando = 1

Gosub Colgado_telefonico

Print #1 , "ATD>" ; Str(numero_telf) ; "," ; Chr(13)

Waitms 500 : Gosub Confirmacion_mod_telf

Led_marcando = 0 : Cont_telf = 0 : Buffer_telf = ""

Band_marcar_telf = 0

If Modulo_respuesta > 0 And Mod_res_error = 0 Then

Incr Numero_telf

Esperar_segundos = 1

Contar_segundos = 0

Else

Incr Num_marcados

If Num_marcados >= Numero_llamadas Then

Esperar_segundos = 0

Contar_segundos = 0

Band_colgar_telf = 0

Chekea_entrada_sensor = 1

Numero_telf = 1

Num_marcados = 0

Gosub Colgado_telefonico

For Contador = 1 To 5

Led_marcando = 1 : Led_llamando = 1 : Led_colgando = 1

Waitms 100

Led_marcando = 0 : Led_llamando = 0 : Led_colgando = 0

Waitms 100

Next Contador

Goto Saltar_al_final

Else

```

    Gosub Colgado_telefonico
    Led_marcando = 0 : Led_llamando = 0 : Led_colgando = 0
    Band_marcas_telf = 1
    Esperar_segundos = 0
    Contar_segundos = 0
    Numero_telf = 1

    End If
  End If
End If

If Esperar_segundos = 1 Then

  If Contar_segundos = 0 Then Led_llamando = 1
  If Contar_segundos = 1 Then Led_llamando = 0

  If Contar_segundos > Seg_marcado Then
    Band_colgar_telf = 1
    Esperar_segundos = 0
    Contar_segundos = 0
    Led_llamando = 0
  End If

  Wait 1 : Incr Contar_segundos

End If

If Band_colgar_telf = 1 Then

  Led_colgando = 1

  Gosub Colgado_telefonico

  Band_colgar_telf = 0
  Band_marcas_telf = 1
  Led_colgando = 0

End If

Saltar_al_final:

Return

Desactiva_alarma:

  Led_marcando = 0 : Led_llamando = 0 : Led_colgando = 0

  Sirena = 0

```



```
Band_activacion = 0
```

```
'DESACTIVO TODAS LA BANDERAS PARA USADAS EN LA LLAMADA
```

```
Esperar_segundos = 0
```

```
Contar_segundos = 0
```

```
Band_colgar_telf = 0
```

```
Chekea_entrada_sensor = 1
```

```
Numero_telf = 1
```

```
Num_marcados = 0
```

```
Gosub Colgado_telefonico
```

```
For Contador = 1 To 4
```

```
    Sirena = 1 : Waitms 500
```

```
    Sirena = 0 : Waitms 500
```

```
Next Contador
```

```
Return
```

```
Colgado_telefonico:
```

```
    Cont_telf = 0 : Buffer_telf = ""
```

```
    Print #1, "ATH" ; Chr(13) : Waitms 300
```

```
    Cont_telf = 0 : Buffer_telf = ""
```

```
Return
```

```
Confirmacion_mod_telf:
```

```
    Waitms 300
```

```
    Modulo_respuesta = Instr(1, Buffer_telf, "OK" )
```

```
    Mod_res_error = Instr(1, Buffer_telf, "ERROR" )
```

```
Return
```

```
Recepcion_rx:
```

```
    Incr Cont_rtx
```

```
    Mid(buffer_trx, Cont_rtx, 1) = Inkey()
```

```
    If Cont_rtx >= Buffer_size_rtx Then Cont_rtx = 0
```

```
Return
```

```
Modulo:
```

```
    Disable Urxc
```

```
    Incr Cont_telf
```

```
    Mid(buffer_telf, Cont_telf, 1) = Inkey(#1)
```

```
    If Cont_telf >= Buffer_size_telf Then Cont_telf = 0
```

Enable Urxc
Return

End

ANEXO F
COSTO DEL PROYECTO

CANTIDAD	ELEMENTO	Precio Unitario	Precio Total
1	ATMEGA 164P	5,8	5,8
1	Modem GSM	130	130
1	Chip CLARO	6	6
1	Receptor CZS-3	4,02	4,02
1	Max 232	2,7	2,7
1	Cristal 20MHz	0,65	0,65
2	Capacitores Ceramicos 22Pf	0,55	1,1
2	Capacitores Ceramicos 100nF	0,07	0,14
4	Capacitores Electroliticos 10uF	0,08	0,32
1	Capacitor Electrolitico 100 uF	0,2	0,2
4	Resistencias 330Ω	0,02	0,08
3	Resistencias 15Ω	0,13	0,39
1	Resistencia 2,2KΩ	0,02	0,02
4	Leds	0,07	0,28
1	DB9 macho	0,54	0,54
1	Rele	0,58	0,58
1	Pulsador	0,11	0,11
1	ULN2003	0,6	0,6
1	LM 7805	0,6	0,6
2	Diodos	0,05	0,1
2	Borneras	0,25	0,5
2	Zócalos	0,05	0,1
1	Extension Servo	1,88	1,88
1	Caja	7	7
1	Adaptador 12V 800mA	6	6
1	Sirena	4,85	4,85
2	Ácido férrico	0,36	0,72
1	Estaño (metros)	0,22	0,22
1	Baquelita 10X20	0,98	0,98
3	Sensor PIR	15	45
2	Sensor Magnético	7	14
TOTAL			235,48